This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

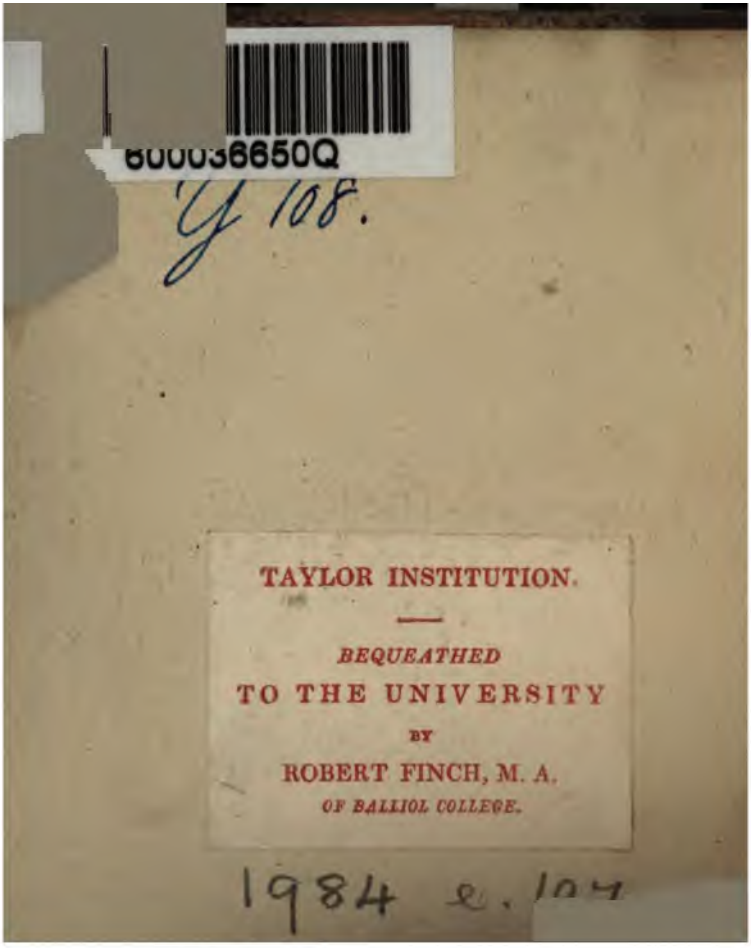
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`


6000036650Q
Y 108.
TAYLOR INSTITUTION.
BEQUEATHED
TO THE UNIVERSITY
BY
ROBERT FINCH, M. A.
OF BALLIOL COLLEGE.
1984 e. 104

TRATTATO

ELEMENTARE;

OVVERO

PRINCIPJ DI FISICA

Fondati sulle nozioni più certe tanto antiche, che moderne, e confermati dall' esperienza.

DEL SIG. BRISSON

dell' Accademia R. delle Scienze di Parigi, Maestro di Fisica e di Storia Naturale degl' Infanti di Francia, e Professore Reale di Fisica Sperimentale nel Collegio R. di Navarra.

Traduzione dal Francese.

TERZA EDIZIONE VENETA

Riveduta, ed emendata sull' Originale.

TOMO PRIMO.

IN VENEZIA, MDCCCIV.

Appresso LORENZO BASEGGIO

Con Approvazione.

DISCORSO

PRELIMINARE.

DA circa venti anni a questa parte si sono fatte moltissime sperienze sulla composizione de' corpi, e sulle loro parti integranti, e quali bisognava fare per ottenere de' risultati che soddisfacessero. I metodi che prima si adopravano erano poco esatti. Nell' analisi di un corpo si trovano

alcune volte delle sostanze che si credeva che entrassero nella composizione di questo corpo, ma si cadeva spesso in errore: queste sostanze si erano prodotte nel tempo dell'operazione; e se ne avrebbe avuta una riprova tenendo conto del peso, il quale si sarebbe trovato maggiore del corpo sperimentato. Oggigiorno si tiene esatto conto di questo peso, e si prendono tutte le cautele necessarie per raccogliere tutto ciò, che si sviluppa nell'analisi; e quando si trova un aumento di peso, è certo che vi si è formato un nuovo prodotto. Non si cerca di scoprire altro che la sostanza, la quale ha somministrato le parti concorse alla composizione di questo nuovo essere, e vi si giunge osservando quelle, colle quali il corpo analizzato era in contatto nel tempo dell'operazione.

Queste esperienze hanno insegnato che vi è un gran numero di corpi, che possono prendere lo stato di fluido elastico. Sotto questo punto di vista sono stati presi in considerazione questi corpi. I nuovi metodi adoperati per riconoscere le composizioni, e proprietà loro, e il gran numero di Dotti, che in tutta Europa si sono occupati in questo genere di ricerca, hannno arricchito i differenti rami della Fisica di un considerabil numero di scoperte. Fenomeni che fino ad ora si riguardavano come isolati e non aventi alcuna relazione fra loro, sono stati riuniti e legati da de' nuovi fatti; e la scienza presentemente ne offre una più numerosa e meglio ordinata serie.

Ma dopo quest' epoca, che può riguardarsi come quella di una vera rinnovazione delle scienze di osserva-

zione, ciascheduna delle scoperte è stata pubblicata particolarmente a misura che è stata fatta: si trovano esse in conseguenza sparse nelle memorie delle diverse Società di Dotti ed in alcuni trattati particolari; nè vi era chi avesse ancora pensato di riunirle in un corpo di dottrina. Ci mancava dunque un trattato di Fisica nel quale i fatti, in sequela della loro scambievole dipendenza, fossero ridotti ad un piccolo numero di Fenomeni generali, che potessero riguardarsi come *Principj*, e nel quale fossero presentati in un ordine sistematico, e legati fra loro con una catena facile ad intendersi. Ecco quello che mi sono sforzato di fare nell' Opera che ho l'onore di presentare al Pubblico.

Tutto ciò che ho avanzato e riguardato come *Principio* è fondato

sulle più decisive esperienze. Non ho adottato sistemi, perchè li credo capaci d'impedire i progressi della Fisica: generalmente sono essi nocivi molto alle scienze. Per formar de' sistemi si fanno delle ipotesi gratuite, e per lo più inconcepibili: dopo averli ripetuti dieci o dodici volte si crede di averli provati, e si finisce col dire: *il che era da dimostrarsi.*

I fatti moltiplici e conosciuti di fresco, che presentano i fluidi elastici, egualmente che le sostanze dalle quali si estraggono, o almeno quelle che si adoprano per procurarseli, avendoci data occasione di osservare molti nuovi esseri, e incogniti fino ad ora; ci fu necessario dar loro de' nomi per potere accennarli, e questi nomi sono tali che indicano le parti costituenti di queste sostanze. Per mettere uniformità nel discorso e nel-

le idee, si sono dati nomi analoghi, ed egualmente significanti ancora alle sostanze che prima si conoscevano. Di quì nasce una nuova lingua della quale fo uso, e che è più propria dell'antica; perchè questi nomi, per esempio, *sal di seignette*, *sal di duobus* non indicheranno a chicchessia i componenti di questi sali; mentrechè, *tartarito di soda*, che è il nuovo nome del primo, e *solfato di potassa*, che è quello del secondo, c'insegnano che l'uno è formato dalla combinazione dell'acido tartaroso colla soda, e l'altro dalla combinazione dell'acido solforico colla potassa, e così degli altri. Nè si creda che questa nuova lingua richieda un lungo studio: son persuaso che chiunque vorrà darsi la pena, potrà saperla in tre quarti d'ora. Vi sono una cinquantina di parole che bisogna tene-

re a memoria: e ve ne sono parecchie che hanno delle terminazioni simili, quando hanno de' significati analoghi.

Ma per dispensare dal cercare, ed aver bisogno di un' altra opera, ho date due Sinonimie (*) de' nomi antichi e moderni per ordine alfabetico, e nelle quali si troveranno tutti i nomi adoprati in quest' Opera. Nella prima si troveranno a colpo d'occhio i nomi antichi, ed accanto i nomi nuovi e adottati che loro corrispondono. Nella seconda, che è l'opposto della prima, ciascun nome nuovo è accompagnato da tutti i suoi antichi sinonimi; e si vedrà che vi sono delle sostanze alle quali gli antichi hanno dato sino a dodici, o quattordici nomi diversi. Qual confusione

(*) Queste due Sinonimie si troveranno in fondo dell' Opera avanti l' indice delle materie.

non è capace di produrre una simil cosa nello spirito di chi studia!

Quest' Opera, che è destinata alla gioventù dell' uno e del altro sesso, comprende tutte le questioni relative alla Fisica; e per potere essere inteso dagli uni, e dagli altri ho procurato di essere più chiaro, che mi sia stato possibile. Per ciò ho cercato di essere breve e conciso; perchè già da molti anni che insegno al pubblico, ho sempre osservato, che più le mie spiegazioni erano corte e concise, più erano intese. Per ciò quest' Opera, malgrado la gran quantità di materie che contiene, non forma che tre tomi in ottavo (*); eppure io credo di non aver nulla trascurato.

(*) I tre Tomi dell' edizione francese essendo per uso delle Scuole ancor troppo voluminosi, ho creduto di servire al comodo degli studenti dividendogli secondo la distribuzione delle materie.

Quest' Opera è divisa in diciannove Capitoli. Il primo tratta delle Proprietà generali de' corpi, che sono al numero di dodici: il secondo del Moto e delle sue leggi: il terzo delle Cause che cangiano la direzione del moto; il quarto delle Leggi del moto composto: il quinto delle Forze centrali: il sesto della Gravitazione de' corpi: il settimo della Gravità de' corpi: l' ottavo dell' Idrodinamica, che comprende l' Idrostatica, e l' Idraulica: il nono parla della Meccanica statica: il decimo de' Fluidi elastici: l' undecimo delle Proprietà dell' aria: il duodecimo delle Proprietà dell' acqua: il decimoterzo della Natura, e proprietà del fuoco: il decimoquarto della Natura e proprietà della luce; vi è compresa l' Ottica, la Catottrica, la Diottrica, e i colori: il decimoquinto della Visione de-

gli oggetti tanto naturale che artificiale; in quest' ultima si trova la descrizione e l' uso di tutti gli stromenti di Ottica: il decimosesto parla dell' Astronomia fisica: il decimosettimo del Flusso e riflusso, de' suoi fenomeni e cause: il decimottavo del Magnetismo: e il decimonono finalmente tratta dell' Elettricismo; vi ho aggiunto l' analogia fra gli effetti del tuono, e quelli dell' elettricismo, come ancora le cause delle aurore boreali, e delle trombe.

Alla fine dell' Opera vi è una Tavola delle materie disposte per ordine alfabetico, che fa l' equivalente di un Dizionario, colla quale si potrà trovare nel momento la questione di cui si avrà bisogno, e tutto ciò che con quella ha rapporto.

TRAT-

TRATTATO ELEMENTARE
DI FISICA,
OVVERO
PRINCIPJ DI FISICA

Fondati sulle nozioni più certe tanto antiche, che moderne, e confermati dall' esperienza.

1. LA Fisica è fra tutte le Scienze la più estesa; ha per oggetto tutti i corpi della natura. L'istoria Naturale è sola che se le potrebbe a questo titolo paragonare; ma il di lei oggetto non è anche così generale, perchè non tratta che delle sostanze terrestri, e il dominio della Fisica non è limitato alla terra, ma si estende fino nel Cielo.

2. L'oggetto della Fisica, e principalmente della Fisica Sperimentale, che è quella di cui parliamo, si è di conoscere i fenomeni della natura, e dimostrarne le cause con delle prove di fatto. Mediante questi fatti acquistiamo la cognizione de'fenomeni, mentre altri ce ne dimostrano le cause.

3 Vi è frattanto un certo numero di fatti, de' quali onninamente ignoriamo la causa, perchè siamo lontani molto dal saper tutto. Quei fatti, che sono sempre uniformi, sempre costanti, sono da' Fisici chiamati *Proprietà*, e ne fanno uso per rendere ragione d' un gran numero di fenomeni. Non conosciamo tutte le proprietà de' corpi, e ne è una prova lo scoprirne di tempo in tempo delle nuove. E chi può assicurare d' averne scoperta l' ultima? Fra quelle che sono note alcune appartengono a tutti i corpi indistintamente, altre a certi corpi, esclusivamente a certi altri. Le prime si chiamano *Proprietà Generali*, come l' *Estensione*, la *Divisibilità*, la *Figurabilità*, l' *Impenetrabilità*, la *Porosità*, la *Rarefattibilità*, la *Compressibilità*, l' *Elasticità*, la *Dilatabilità*, la *Mobilità*, e l' *Inerzia*. Si chiamano le seconde *Proprietà Particolari*, come la *Malleabilità*, la *Fluidità*, la *Liquidità ec.* Parleremo in primo luogo delle proprietà generali, in secondo delle proprietà particolari de' corpi.

CAPITOLO I.

Delle proprietà Generali de' Corpi.

4 SI chiamano Corpi tutte le sostanze materiali la di cui unione compone l' universo, e che si fanno a noi sentire per qualche mezzo ad alcuno de' nostri sensi.

5 Le proprietà dei corpi non si possono conoscere che per l'esperienza; dobbiamo dunque riguardare come proprietà generali quelle che si trovano in tutti i corpi, e che vi ci fanno riconoscere i nostri sensi.

Estensione.

6 Quel che prima d'ogni altra cosa si presenta a' nostri sensi del pari che alle nostre idee, quando si esamina o si riflette a un corpo, si è la sua *Estensione*, cioè una determinata grandezza: nella quale ci figuriamo sempre un' aggregazione di parti. L'estensione ha sempre tre dimensioni *lunghezza*, *larghezza*, *e profondità, o grossezza*, che i Geometri spesso considerano e misurano separatamente, e che i Fisici non separano mai perchè osservano sempre le cose come sono. Ma ciascun corpo per quanto piccolo esso sia ha sempre un di sotto e un di sopra, una parte anteriore e una parte posteriore, un lato sinistro ed uno destro; e tutto ciò preso insieme forma una lunghezza, una larghezza, ed una grossezza. Ciascun corpo avendo queste tre dimensioni è dunque esteso. È vero che non vediamo queste dimensioni in tutti i corpi; ve ne sono di così piccioli che i nostri occhi non possono scorgerli, nè la nostra mano distinguerli; ma siccome in tutti i corpi che cadono sotto i nostri sensi troviamo questa estensione, possiamo affermare ch' ella è propria di tutti i corpi in generale,

Divisibilità.

7 Non possiamo aver l'idea d'un corpo, senza con-

cepire una aggregazione di parti (6); riguardiamo dunque ogni corpo come composto di parti. E' facile il concepire che queste partì così riunite per formare un corpo possono essere separate le une dalle altre; in conseguenza tutti i corpi sono divisibili. La *Divisibilità* è dunque una proprietà generale de' corpi: e realmente indivisibili non vi sono che gli atomi, nel caso che esistano. Questa divisibilità è provata relativamente a' corpi di una grandezza sensibile, nè vi è chi ignori che un tal corpo può essere diviso in 2, in 4, in 6, in 10, in 1000 ec. Ma fin dove arriva questa divisibilità? quando si spinge la divisione fino ad un certo punto, i corpi cessano eglino di essere divisibili, o lo sono all' infinito? Questa è una questione, che ha occupato i Fisici molto più che non merita. E' certo che la divisione de' corpi può esser portata molto in là, e più che non si sarebbe pensato se non avesse avuto l' appoggio de' fatti. Insomma l' esperienza non può provare altro che una divisibilità in parti estremamente piccole.

Esperienza. Si divida un pezzetto di legno sino a ridurlo in polvere impalpabile; ciascuna molecola di legno, per quanto piccola ella sia è ancora divisibilissima, perchè ella è ancora legno, e in conseguenza un essere composto di principj fra loro diversissimi come acqua, terra, parti oleose, saline ec. separabili dalla combustione, alcuni de' quali si dissipano sotto la forma di fiamma, altri sotto quella di fumo, mentre altri rimangono fissi, e formano la cenere, il sale ec. Qual divisione non vi bisogna per ciò?

Esperienza. Se fate disciogliere qualche grano di rame in un poco d' acido nitroso, ed allungate di poi la dissoluzione con una gran quantità di acqua, tutto il liquore sarà sensibilmente colorito. Quale estrema divisione non vi bisogna anche per ciò? Perchè il colore sia sensibile ve ne devono essere parecchie particelle in ciascuna goccia di acqua. Frattanto ciascuna di queste particelle è ancora divisibile, perchè vi è ancora del rame che può raccogliersi, facendo evaporare il dissolvente. Questa particella è dunque un essere ancora composto di principj diversissimi fra di loro.

Esperienza. Se passeggiate in un giardino adorno di fiori, e di alberi odorosi, come gli aranci, i rosai ec. l' aria è talmente profumata dall' odore di questi fiori che da per tutto si sente. Fino a qual grado di tenuità devono essere mai ridotte queste picciole particelle odorose, e a qual punto deve essere portata la loro divisione, perchè sieno distribuite in un così grande spazio, mentre ne occupano un sì piccolo nel fiore che le ha somministrate? Frattanto elle sono ancora divisibili, perchè è probabile che la maniera, con cui ciascheduna agisce su i nostri organi e si fa distinguere dalle altre, dipenda dalla diversa conbinazione de' principj che la costituiscono tale.

8. Si potrebbero citare molti altri esempj atti a provare che la materia è divisibile in particelle più piccole di quel che ci possiamo mai immaginare: tali sono l' arte del battiloro, del filaloro, del tintore

ec. Il battiloro è quello che riduce l'oro in foglie sottilissime che si adoprano per le dorature. Il grado di queste foglie è tale che secondo le osservazioni di *Reaumur* ve ne bisognerebbero circa trentamila l'une sull' altre per formare la grossezza d'una linea. E secondo *Boyle* (*de mira subtilitate effluviorum cap.* 2.) cinquanta pollici quadri di queste foglie non pesano più di un grano. Ma un pollice può essere diviso in 200 parti. Ciascun pollice darà dunque 200 piccole strisciole, e ciascheduna strisciola 200 piccoli quadrati, ciascuno de' quali facilmente è visibile all' occhio, e in conseguenza ancora divisibilissimo. Ciascun pollice quadro darà dunque 40000 parti visibili, che moltiplicate per 50, numero de' pollici quadri che può somministrare un grano d'oro danno 2000000. L'arte di filar l'oro offre un risultato anche più sorprendente, chè è stato osservato da *Reaumur* (*Mem. dell' Acad. delle Scien. an.* 1713. *pag.* 204. *e seg.*) Il filatore d'oro è quello che prepara il filo di argento dorato, che si adopra per le stoffe, pel ricamo ec. Con una porzione di foglie d'oro che non eccede mai il peso di sei oncie, e che alcuna volta si diminuisce quasi sino ad una sola oncia si copre un cilindro d'argento lungo circa 22 pollici, di 15. linee di diametro, e del peso di 45 marchi. Questo cilindro dorato si fa passare per i fori d'una filiera d'acciajo, i quali vanno assottigliandolo, in maniera che se ne diminuisce il diametro, diviene sottile quanto un capello, e di una lunghezza di 193920 tese o di circa 85 leghe di 2283 tese l'una. In questa operazio-

ne l'oro si distende sul filo d'argento in guisa che ne rimane universalmente coperto. Si passa in seguito questo filo fra due rulli d'acciajo polito per farne una lama, per lo che s'allunga d'un'altra settima, e questa lama è dorata sotto e sopra. Abbiamo dunque due lame d'oro, ciascuna di 97 leghe di lunghezza. In quante parti potrebbero mai dividersi due lame di 97 leghe l'una? La doratura nello stendersi si assottiglia assegno che secondo *Raumur* non ha che una 525000 parte d'una linea di grossezza. Non è dunque da maravigliarsi che i nostri galloni d'oro, per poco che si sfreghino, diventino d'argento. L'arte del tintore prova egualmente la prodigiosa divisibilità della materia. Non vi vuole che una piccola quantità di materia colorante per tingere una pezza di panno. Suppongasi che si dispongano in un solo filo a contatto tutti i piccioli peli della lana, che compongono questa pezza. Qual prodigiosa lunghezza si verrebbe mai a formare? quante volte vi si potrebbe passare colle forbici? Ogni parte tagliata sarebbe un piccolo cerchio colorato in tutta la sua circonferenza, e che potrebbe dividersi almeno in 360 parti, come fanno i Geometri. L'immaginazione appena tien dietro a numeri di tal sorta.

9 Ma quando si è inoltrata quanto ci è possibile la divisione de' corpi e che ci mancano i mezzi di spingerla più oltre, cosa dobbiamo noi pensare del resto? la materia è ella divisibile all'infinito, o nò? Questa è una questione a cui è difficile rispondere, ma per nostra fortuna importa poco. Quanto a noi,

crediamo di poter riguardar la materia come divisibile all' infinito, o almeno all' indefinito, cioè non conosciamo termine di divisione dopo il quale si possa riguardare ciascuna particella della materia così divisa come indivisibile in se stessa, quantunque ci manchino gli ajuti per suddividere queste piccole masse: perchè ciascheduna di queste molecole è un aggregato di parti (*6*), ciascuna contiene due metà riunite che si concepiscono capaci di essere separate; dopo la qual separazione si potrebbe dire altrettanto di ciascheduna di queste metà, e così in seguito all' infinito. Ecco dunque a che si ristringe la questione. La divisibilità ideale, quella che può concepirsi, non ha limiti; la divisibilità Fisica possibile all' infinito o no è cosa di sistema, è una questione che non potrà mai risolversi, perchè vi sarà sempre un termine dopo il quale saremo privi di mezzi. Finalmente la divisibilità portata a un massimo grado, e in parti ancor più piccole di tutto ciò che possiamo immaginarci di più delicato, è la sola sicura, e che può provarsi coll' esperienza,

Figurabilità.

10 Sotto la parola *Figurabilità* s' intende la proprietà che hanno tutti i corpi di aver sempre una qualche figura. In fatti è facil cosa il concepire che non può esistere corpo senza essere figurato, perchè ciascun corpo grande o piccolo è composto di una certa quantità di materia che chiamasi la sua *Massa*; questa massa occupa maggiore o minore spazio, che chiamasi il suo *Volume:* questo volume non può essere li-

mitato che da superficie; queste superficie hanno necessariamente fra loro una certa disposizione, un certo ordine; questo ordine o disposizione che prendono fra loro le superficie terminanti il volume di un corpo è quello che chiamasi *Figura*. Siccome non vi sono corpi che non sieno terminati da superficie, nè queste fra loro si confondono, ma si distinguono sempre le une dalle altre almeno mediante alcune situazioni relative, è evidente che non vi è corpo che non abbia una qualche figura. Nè si devono eccettuar quelli la di cui piccolezza è causa che la loro figura elude i nostri occhi: se i nostri sensi fossero più delicati, o se gli soccorressimo con un microscopio, distingueressimo le superficie di questi piccoli corpi, e in conseguenza la loro figura. L'essere figurato è dunque una proprietà che accompagna i corpi in tutti gli stati; *la figurabilità* è dunque una proprietà comune a tutti i corpi grandi o piccoli.

Impenetrabilità.

11. S' intende per *Impenetrabilità* la proprietà che hanno tutti i corpi di non lasciar prendere tutto il posto che occupano da altri corpi, prima che questi altri corpi non gli abbiano scacciati da di là: questa proprietà si chiama ancora *Solidità*. In virtù di questo i corpi resistono a quelli che tendono ad occupare il loro posto. Questa resistenza è non solo comune, ma essenziale a tutti i corpi. Ciò è vero tanto se si considerino i corpi nel loro insieme, che se si osservino nelle loro parti le più semplici. Questa proprietà è ancora il segno meno equivoco della

loro esistenza. Talvolta le illusioni ottiche impongono a' nostri occhi; siamo nella tentazione di prendere de'fantasmi per realità, ma toccando ci assicuriamo del vero mediante la resistenza che sentiamo, e in virtù della persuasione intima in cui siamo che tutto ciò che resiste è corpo, *è solido*, *è impenetrabile*, e che non si può porre un dito o altro in un luogo che è occupato da una materia qualunque senza adoprare una forza capace di spingerla altrove. Questa resistenza, che è l'effetto dell'impenetrabilità de'corpi, si trova in tutti, come ce lo dimostra l'esperienza cotidiana. E' vero che vi sono de'casi ne'quali ella elude i nostri sensi o la nostra attenzione. Siamo continuamente tocchi da certi corpi, e noi parimente tocchiamo con tutte le nostre parti. L'abito ci ha reso il loro contatto sì famigliare, che abbiamo bisogno di riflettervi per riconoscere l'impressione che fanno sopra di noi. Quando si agisce in un'aria tranquilla non si fa attenzione che si deve continuamente superare la resistenza di un corpo, la cui solidità si oppone a' nostri movimenti. Quando ci moviamo poco, crediamo di non muoverci. Se dunque si prova che l'aria, fluido tanto poco resistente, ha una resistenza, e una solidità reale, con maggior ragione l'accorderemo ad altri corpi più di quella resistenti.

Esperienza. Prendasi un forte cilindro di metallo chiuso da una parte, e aperto dall'altra e ben cilindrico interiormente. Questo cilindro essendo pieno d'aria, vi s'introduca uno stantuffo che combaci in

guisa che non lasci passar l'aria tra le sue pareti, e quelle del cilindro. Con una data forza potrassi spingere lo stantuffo fino ad una certa profondità, perchè l'aria è un fluido compressibile (899), e che cede una parte del suo posto alla forza che lo comprime; ma non si conosce forza capace di spinger lo stantuffo a segno che giunga a toccare il fondo del cilindro: resterà sempre fra lui, e il fondo una lama d'aria che sarà tanto più sottile ed avrà tanto più densità, quanto maggiore è stata la forza comprimente, nè si potrà mai questa lama ridurre a zero. Dunque l'aria oppone una resistenza reale a' corpi che tendono a farle mutar luogo, ed a ragione i corpi più resistenti possederanno più questa proprietà.

12 Questa resistenza dell'aria è il motivo per cui non si può empire di liquore una bottiglia piena d'aria, se il canale dell'imbuto riempie con troppa esattezza il collo della bottiglia. Se l'aria non può escirne, la sua resistenza impedisce al liquore l'entrarvi. Per la stessa ragione una botte forata con un succhiello non versa il liquore che contiene: l'aria che si presenta al foro resiste all'esito, quando il foro non sia tanto grande da lasciare nel tempo stesso un libero passaggio a' due fluidi, che scorreranno in senso opposto.

13 Pure vi sono certi corpi che sembrano lasciarsi penetrare, ma non è che una penetrazione apparente, e non reale. Per esempio una spugna riceve e ritiene interiormente una gran quantità d'acqua; ma quest' acqua va a posarsi ne' vuoti che si trovano fra le

parti della spugna, e non occupa niente affatto il luogo delle parti proprie della spugna. Si può dire lo stesso di un pezzo di zucchero, di una pietra tenera ec. La pietra delle cave di Bourè vicino a Montrichard nove leghe distanti da Tours ritiene più di 25. libbre d'acqua per piede cubico. Ma quest'acqua va ad occupare gli spazj che le parti della pietra, o dello zucchero lasciano vuoti della loro propria sostanza, nè mai il luogo che occupano quelle medesime parti. Due mezzi fiaschi uno di spirito di vino, ed uno d'acqua non bastano ad empire un fiasco. In un vaso pieno di acqua vi può entrare ancora molta sabbia e molta cenere.

Esperienza. Si aggiunga a cinque pollici cubici di acqua un egual volume di cenere, il volume del miscuglio sarà di soli sei pollici cubici. Ecco dunque quattro decime del volume totale assorbite dalla penetrazione apparente.

14 Bisogna dunque distinguere la grandezza apparente de' corpi dalla loro *solidità* reale, perchè vi restano fra le parti di questi corpi de' vuoti, e l'*impenetrabilità*, di cui si parla quì è propria delle parti solide de' corpi che riunite si trovano insieme, e non del composto che ne risulta.

Porosità,

14 Abbiamo detto che fra le parti solide de' corpi vi sono degli spazj vuoti della loro propria sostanza (13), e questi si chiamano *Pori*. Tali sono le cellule che si vedono in una spugna, che sono altrettanti pori della spugna; tali sono ancora i piccoli fori che

si vedono in una sottil fetta di legno osservata col microscopio.

Non vi è corpo le di cui parti sieno fra loro sì combaciate, che non lascino qualche spazio vuoto della propria loro sostanza. La *Porosità* è dunque una proprietà generale, e che appartiene a tutti i corpi, ma non a tutti nell' istesso grado. Alcuni hanno una maggior porosità degli altri, e questa maggior porosità si misura dalla minor gravità specifica; perchè la porosità è in ragione inversa di questa gravità. I pori più aperti non sono sempre una prova della maggior porosità. Il numero compensa e qualche volta sorpassa ancora quel che fa la grandezza. I pori della quercia sono per esempio più aperti che quelli del sughero; pure la quercia ha una porosità minore del sughero, perchè a volumi eguali la prima pesa più del secondo.

16 Quantunque si sappia che la porosità appartiene a tutti i corpi, e che si conosca da' pesi il rapporto della porosità di un corpo a quella di un altro, pure non sappiamo la quantità di questa porosità. Per conoscere il di lei valore vi bisognerebbe una materia affatto solida che non avesse pori, o almeno una materia la di cui porosità assoluta si conoscesse. Allora il rapporto del suo peso al peso di un altro corpo a volumi eguali ci darebbe il rapporto delle porosità assolute. Ma non conosciamo materie di tal sorta. La platina e l'oro che sono i più pesanti fra tutti i corpi, pure hanno de' pori, perchè il mercurio, e l'acido nitro-muriatico, chiamato *acqua regia*,

s' insinuano fra le loro parti, e gli disciolgono; e la loro porosità è anche molto grande. Secondo *Newton* (*Trait. d' Opt. liv. 2. part. 3. prop. 8. pag. 313.*) l' oro ha più pori che parti solide. Quale deve dunque essere la porosità degli altri corpi? Questa porosità è in ragione inversa della densità, o gravità specifica. La densità dell' oro è a quella dell' acqua presso a poco come 19 $\frac{1}{4}$ a 1, e questa a quella dell' aria circa come 15627. a 1. Ma come immaginarsi una così grande porosità? *Newton* nel luogo citato ce ne dà il mezzo nella maniera seguente: „ Se c' immaginiamo, dice egli, che queste particole (de' corpi) possano essere disposte talmente che gl' intervalli o spazj vuoti che vi sono fra loro sieno eguali in quantità a tutte queste particelle prese insieme; e che queste particelle sieno composte di altre più piccole che abbiamo fra loro degli spazj vuoti di una quantità eguale a quella di tutte queste più piccole particelle; e che queste più piccole particelle sieno egualmente composte di altre molto più piccole, così che tutte insieme sieno eguali a tutti i pori o spazj vuoti che vi sono fra loro; e così fino tanto che si arrivi a delle particelle solide che non abbiano poro nissuno o spazio vuoto; e che in un certo corpo vi sia, per esempio, tre di questi gradi di particelle, le minori delle quali sieno solide, questo corpo avrà sette volte più pori che parti solide. Ma se vi saranno quattro di tali gradi di particelle, le minori delle quali sieno solide, il corpo avrà quindici volte più

„ pori che parti solide. Se ve ne sono cinque gradi, „ il corpo avrà trentuna volta più pori che parti so- „ lide. Se vi sono sei gradi, il corpo avrà sessanta- „ tre volte più pori che parti solide, e così di segui- „ to continuamente ".

Si vede che così si potrebbe giunger a una porosità eccessiva.

17 Non vi è corpo alcuno visibile, tanto ad occhio nudo, quanto col mezzo del microscopio, nel quale non vi si scorgano i pori. Certi fluidi s'insinuano fra le parti di certi corpi (13); bisogna bene che vi siano de' pori, perchè la materia è impenetrabile (11). I legni, soprattutto i *teneri*, perdono o acquistano dell'umidità se si trovano in luoghi più o meno asciutti di loro. Perciò spesso accade che i lavori di legname si torcono. Una finestra che si chiude facilmente in un tempo, si trova troppo larga in un altro, e può appena andare al suo posto. Una botte screpolata, si riaccomoda tenendola nell'acqua ec. Tutti questi effetti non sono altra cosa che dimensioni diminuite dall'aridità, o aumentate dall'umidità che s'insinua fra le parti del legno. Si possono prevenire molti di questi inconvenienti ricoprendo l'una parte o l'altra de' lavori di legname di una tinta a olio, o di vernice: ostruendo così i pori del legno con una sostanza impenetrabile all'acqua, s'impedisce l'escire, e l'entrare all'umidità, e così possono conservarsi più tempo in uno stato costante.

18 La nostra traspirazione prova evidentemente la porosità della nostra pelle. Quella che chiamasi *in-*

sensibile, e che in fatti non si discerne che dagli effetti, è continua. Secondo *Santorio*, e *Dodart* nella insensibile traspirazione si perdono i cinque ottavi di quel che prendesi di nutrimento.

19 Il guscio dell' uovo è poroso, e da' suoi pori incomincia a vuotarsi, e cessa d' essere fresco subito che è stato ponduto. Se non si vuole che perda, si devono chiudere i di lui pori con una materia grassa, e basta a ciò l' olio d' oliva. Bisogna, dopo averlo unto per tutto colla punta del dito, nettarlo bene con una salvietta, perchè non vi resti che una sottile superficie, acciocchè la pressione dell' aria non ne faccia trapelare nell' uovo qualche piccola porzione, che divenendo rancida, gli dia un cattivo sapore. Per conservar le uova ben fresche, bisogna ungerle in questa maniera subito che sono ponduta, o almeno nel giorno stesso. Così preparate io ne ho mangiate di quelle che avevano un anno, e che si sono trovate tanto fresche e delicate, quanto quelle che erano pondute nel giorno. Per custodirle lungo tempo bisogna che non sieno state fecondate, perchè se lo furono, non possono conservarsi che sei settimane, o due mesi.

20 La luce è una materia (1174), e si sa che ella s' insinua, e penetra colla maggior facilità a traverso di tutti i corpi trapparenti. Bisogna dunque che questi corpi abbiano in tutti i sensi una gran quantità di pori.

21 Alcuni corpi ammettono ne' loro pori certi fluidi, mentre altri non possono insinuarvisi, e il medesimo fluido penetra ne' pori di un corpo mentre non può

pene-

penetrare in quelli di un altro. Per esempio il marmo ammette ne' suoi pori lo spirito di vino e gli olj, e non l'acqua; le gomme si lasciano penetrare dall' acqua, e non dallo spirito di vino; le resine dallo spirito di vino o dagli olj, e non dall' acqua. L'acido nitroso s'insinua ne' pori dell' argento e lo scioglie, e non altera l'oro; l'acido nitro-muriatico, o *acqua regia* s' insinua ne' pori dell' oro e lo discioglie, e non altera l' argento. L'acido nitroso discioglie il rame, il ferro ec. e non agisce sopra un pezzo di burro. Donde nasce ciò? Non può venire solamente dall' essere i pori d' una sostanza più aperti, e quelli di un' altra meno. Perchè soppongasi che i pori delle gomme siano più aperti di quelli delle resine, e che le particelle dell' acqua sieno meno sottili che quelle dello spirito di vino; ciò spiegherebbe perchè l' acqua non discioglie le resine, mentre discioglie le gomme. Le sue parti troppo grossolane non potrebbero introdursi ne' pori troppo poco aperti delle resine. Ma perchè le particelle dello spirito di vino più delicate di quelle dell'acqua non s'insinueranno ne' pori delle gomme più aperti di quelli delle resine, ne' quali le particelle acquose penetrano sì facilmente? La sola ragione della grandezza dei pori del corpo da disciogliersi, e la piccolezza delle particelle del dissolvente non basta dunque per ispiegar questi fenomeni, quantunque probabilmente vi contribuisca in qualche cosa. Bisogna aggiungervi un'altra causa. Ciò nasce senza dubbio dal dover essere la figura de' pori del corpo da disciogliersi appropriata

alla figura delle particelle del dissolvente. E'cosa certa che i pori sono di diversa figura in diversi corpi.

Rarefattibilità.

22 La *Rarefattibilità* è la proprietà, che hanno i corpi, di acquistare un aumento di volume, mediante l'azione del calore. Questa azione per la quale aumentano di volume si chiama *Rarefazione*. Tutti corpi nessuno eccettuato, aumentano di volume o si rarefanno sempre che si riscaldino. La *Rarefattibilità* è dunque una proprietà generale e che appartiene a tutti i corpi.

La vera causa di questa rarefazione si è l'introduzione di una quantità maggiore o minore della materia del calore ne' pori de' corpi, la quale colla sua abbondanza ed azione penetra i corpi, ne allontana le parti, ed aumenta così il volume loro, facendo loro occupare uno spazio maggiore di quello che occupavano avanti. Tutti i corpi sieno solidi, fluidi, o liquidi sono suscettibili di questa rarefazione; così ha luogo in tutti ogni volta che si riscaldano, quando una causa più forte non si opponga a questo effetto. Ne vedremo la prova parlando dell'azione del fuoco su i corpi (1134 *e segg*).

Condensabilità.

23 La *Condensabilità* è la proprietà che hanno i corpi di diminuire di volume pel raffreddamento, il che

uccede ogni volta che perdono una porzione della ma-
eria del calore, che erasi introdotta ne' loro pori.
' facile il vedere che questa proprietà è precisamen-
e il contrario della proprietà precedente, cioè della
refattibilità (52).

Ogni volta che un corpo passa da un luogo più
ldo in uno meno caldo, e che è circondato da un'
ia meno calda di quella che lo circondava per l'a-
nti, o finalmente che si trova vicino a corpi meno
ldi di lui, comunica a questi corpi vicini una por-
one della materia del calore che lo penetrava, e
e teneva lontane le di lui parti; perchè la materia
l calore è un fluido (588, 1101) e la proprietà de'
idi è di spandersi uniformemente per tutto, quan-
non vi sieno cause che loro si oppongano. Allo-
le parti di questo corpo trovandosi meno sostenu-
, ricadono, si riavvicinano fra loro, e si raccol-
no in limiti più ristretti; in una parola il corpo
venta più piccolo che non era avanti. Ecco quel
e si chiama *condensazione*. Ma siccome non vi è
po, che diminuendo di calore non sia suscettibile
questa specie di ritiramento, si deve concludere
e la condensabilità è una proprietà generale de' cor-
, e che appartiene a tutti indistintamente, e senza
ezione alcuna. Nè mi si opponga che l'acqua che
ghiaccia raffreddandosi, aumenta non ostante di vo-
me (1076); perchè questo aumento è prodotto da
na causa affatto estranea, e ne parleremo trattando
l ghiaccio. Si vedrà allora che l'acqua convertita
l ghiaccio è acqua condensata.

Parleremo più estesamente della condensazione de' corpi trattando del fuoco, e del calore che gli rarefà.

Compressibilità.

24 Da quel che abbiamo detto della porosità ne viene che la grandezza apparente di un corpo eccede sempre la quantità reale della sua materia propria: perchè le parti di questo corpo non sono avvicinate l' une all'altre tanto quanto possono esserlo, restandovi fra loro de' vuoti della propria loro sostanza (15). La quantità di materia che compone il corpo è quel che si chiama *massa*; e lo spazio che occupa si chiama il suo *volume* (10). Questo eccesso di volume sulla massa varia non solo ne'diversi corpi, ma ancora nel corpo stesso (22,23). Questo rapporto del volume alla massa chiamasi *densità*. Un corpo è più *denso* che un altro, quando la quantità reale della sua materia differisce meno dalla sua grandezza apparente, o, che è lo stesso, quando sotto un volume dato contiene più parti solide. Il piombo è più denso del rame, l' oro dell'argento ec.

Siccome non conosciamo corpi perfettamente duri, ma tutti hanno pori, è evidente, che una forza esterna bastante a superare la rigidità delle parti potrà ravvicinarle fra loro, diminuire il volume di questo corpo, senza diminuirne la massa, e in conseguenza aumentarne la densità. Questo ravvicinamento di parti, prodotto da una forza esteriore, si chiama *Compressione*.

25 Ponghiamo la compressione nel numero delle proprietà generali, e che appartengono a tutti i cor-

pi; ma non appartiene a tutti nello stesso grado. Gli
ni sono compressibilissimi, gli altri pochissimo. Tut-
i quei corpi che chiamiamo *solidi* (cioè quelli le par-
i dei quali aderiscono fra loro con forza bastante per
on avere quella mobilità respettiva che si trova fra
e parti de' fluidi, e de'liquidi); tutti danno de'con-
assegni sensibilissimi di compressione. Dando un for-
e colpo di martello sopra un pezzo d'oro, di argen-
, di stagno, o di piombo, il colpo del martello
i lascia una visibile impressione che prova evidente-
ente che le parti sono state compresse nel luogo del
olpo. Se si lascia cadere da una certa altezza una
lla di marmo, d'avorio, d'acciajo, ed anche di
amante, il più duro fra tutti i corpi, sopra un al-
o corpo duro, tutte queste palle risaltano, riflettен-
si; e farò fra poco (31) vedere che il moto di ri-
ssone è una prova sicura della compressibilità de'
rpi, perchè questi corpi non possono riflettersi senza
sere elastici, e la elasticità non può esistere in un
rpo non compressibile (32).

26 Vi sono altri corpi, che sono molto più com-
essibili di quelli de' quali abbiamo parlato, che di-
nuiscono moltissimo di volume, anche con una me-
ocre pressione. Tali sono i fluidi elastici, come l'a-
, i gas; e sono capaci in virtù di questa proprietà
produrre effetti singolarissimi, de' quali parleremo
ttando dell' aria (886 *e segg*).

27 Vi sono pure altre sostanze che sembrano non
re segno alcuno di compressibilità, vale a dire, per
anta forza siasi adoprata contro di loro non hanno

mostrato mai di cedere alla pressione che si è fatta loro provare, nè si è veduto in loro la minima diminuzione di volume; di questo genere sono tutti i liquori. Gli Accademici del Cimento hanno fatto, per assicurarsene, una ingegnosissima esperienza, ma per disgrazia non è bastantemente decisiva. Ecco in che consiste.

E' matematicamente dimostrato che una capacità sferica è maggiore di qualunque altra capacità, che avesse una superficie eguale alla sferica. Ne segue da ciò che un vàso di figura sferica e che è pieno di un liquore qualunque non può perdere questa figura se non all' una o all' altra di queste due condizioni; o che il vaso aumenti di superficie per conservare la stessa capacità, o che il liquore che contiene diminuisca di volume.

Esperienza. Gli Accademici del Cimento hanno dunque presa una palla d' oro sottilissima, e bene sferica; l'hanno intieramente riempita d'acqua e l'hanno chiusa esattamente. Dopo questo l' hanno un poco schiacciata mediante uno strettojo, e ne hanno fatto disparire due piccoli segmenti. Dopo questo cambiamento di figura la palla si è trovata della stessa capacità di prima: prova sicura che la palla si è aumentata di superficie. Questa esperienza sembrerebbe provare che l'acqua è assolutamente incompressibile. Frattanto si può obbiettare che è possibile che l'acqua sia stata compressa nel primo istante, e che nel ristabilirsi per forza del suo elaterio abbia prodotta l' estensione del metallo; ed ecco perchè ho detto che questa es-

perienza non è decisiva. Se si continua a serrar la palla nello strettojo, l'acqua in vece di cedere a questa pressione s'apre il passaggio a traverso i pori del metallo, e apparisce sulla superficie in picciole goccie simili alla rugiada; prova che i liquori sono capaci di resistere ad una fortissima pressione.

Esperienza. Ecco un'altra esperienza che almeno è decisiva quanto la precedente, perchè non vi è momento, in cui possa conoscersi la più piccola diminuzione di volume. Si prenda un tubo di vetro A B C D (fig. 1.) molto grosso, lungo circa sette piedi, piegato in forma di sifone in B C, e chiuso ermeticamente in D, e aperto in A. Si mette del mercurio nella curvatura B C; si fa in seguito passar dell' acqua nella parte C D, e si segna esattamente con un sottile filo di seta il luogo C, dove si congiungono il mercurio, e l' acqua. Fatto ciò si riempie il tubo di mercurio da B in A. Allora l'acqua, che è in C D si trova compressa dal peso della colonna di mercurio A B, il quale è eguale a circa tre volte il peso dell atmosfera, come lo proveremo (301) trattando dell idrostatica. Malgrado questa gran pressione la colonna d'acqua C D non diminuisce di lunghezza. Per poco che diminuisse, il mercurio salirebbe sopra la seta in C; e non si vede mai salire neppure la grossezza di un capello.

28 Quantunque queste esperienze sembrino provare l'incompressibilità de' liquori, pure non bisogna riguardarli come assolutamente incompressibili: 1. Perchè, come di sopra (24) abbiamo provato, tutti i cor-

pi solidi sono compressibili per la ragione che hanno de' pori, il che permette alle loro parti di ravvicinarsi; similmente altro non essendo i liquori che riunioni di piccoli corpi solidi e porosi, devono egualmente essere compressibili, con questa differenza che lo sono molto meno, perchè la compressibilità deve diminuire siccome la grandezza de'corpi, e le particelle de' liquori sono estremamente piccole. 2. Perchè i liquori somministrano altronde prove di compressibilità, perchè sono capaci di trasmettere i suoni come lo proveremo (1005) parlando de' suoni, e ciò non potrebbe essere se non avessero elasticità, che suppone sempre la compressibilità (31, 32).

29. Da tutto questo dobbiamo concludere che i liquori, quantunque compressibili in loro stessi, pure sono capaci di resistere alle forze contro di loro sino ad ora adoprate: che è probabile che essi cederebbero finalmente in una maniera sensibile, se fosse possibile sottoporli a pressioni più forti, e che cedono forse anche a quelle poste in uso, ma in troppo piccola quantità per essere conosciuta.

30. E' utilissimo per noi che i liquori possano resistere a certe pressioni, che comprimono fortemente gli altri corpi. Tutti quei liquori che si estraggono per espressione da' vegetabili, come il vino, il sidro, gli olj ec. non si separerebbero dalle parti solide, che li contengono se questi liquori fossero compressibili quanto quelle. La facilità che abbiamo di estrarre i sughi preparati dalla natura al nostro uso è quasi tutta fondata sulla resistenza che oppongono i liquori alle forze che tendono a comprimerli.

Elasticità.

31. L' *Elasticità* è lo sforzo, col quale i corpi che sono stati compressi tendono a riacquistare lo stato che avevano prima della compressione; in una parola tendono a ristabilirsi nel loro pristino stato. Un corpo che ha elasticità è dunque quello che dopo essere stato compresso con una forza qualunque, riprende, quando la forza cessa d'agire, le medesime dimensioni e la stessa figura che aveva prima di essere compresso. Tale è un arco che si tende raccorciandone la corda, e che, o si tagli, o si rallenti la corda riprende la prima situazione. Tale è una palla di avorio, o di acciajo che si lasci cadere sopra un piano di marmo; per la sua caduta, e pel suo urto contro il marmo prova una compressione, la quale porta verso il di lei centro una porzione maggiore, o minore di questa piccola sfera, e le fa perdere la forma rotonda; nel momento dopo non vi resta sulla palla alcun segno di compressione, ella ha ripresa la forma rotonda in virtù della sua elasticità, e ciò produce il movimento riflesso che ella prova in simil caso (128).

32. Quel che abbiamo detto prova che l' elasticità suppone necessariamente ne' corpi che ne sono dotati la compressibilità. Un corpo che non fosse punto compressibile non sarebbe elastico, perchè non potendo cangiar la sua figura, non sarebbe in grado di riprenderla. Parimente, come abbiamo di sopra fatto vede-

re (25, 26, 27, 28) che tutti i corpi sono compressibili, alcuni più, alcuni meno; nella stessa guisa è facile il concepire che tutti sono elastici, ma in gradi diversi.

33 L'elasticità consiste dunque nel ristabilirsi che fa un corpo dopo essere stato compresso, quando cessa di agire la forza comprimente. Perchè questa elasticità sia perfetta bisogna che il corpo si ristabilisca 1. completamente, 2. con tanta prestezza con quanta è stato compresso; cioè bisogna che il corpo ritorni precisamente al medesimo stato che aveva avanti, e che riprenda questo stato in un tempo eguale a quello che vi è bisognato per farglielo perdere. Se noi eccettuiamo la materia della luce e i fluidi aeriformi, non conosciamo corpi dotati di questa perfetta elasticità. Niuno si ristabilisce completamente, e tutti impiegano a riprendere lo stato loro più tempo che non ne hanno impiegato a perderlo. Fra questi ancora tutti non sono elastici allo stesso grado. In alcuni questa forza elastica è facile a conoscersi; gli effetti sono sensibili, e ciascheduno reagisce più o meno secondo la durezza, la rigidità, o la disposizione delle sue parti interne. Non solo questa qualità non è perfetta, come abbiamo detto, ma si osserva quasi sempre che ella si perde, o almeno s' indebolisce dal lungo uso, o da una compressione di lunga durata. Un arco che è stato troppo tempo, o troppo spesso teso acquista in fine una parte della curva che se gli è fatta prendere. Il crine, la lana, o la piuma, sostanze elastiche colle quali prepariamo alcuni nostri mobili,

perdono in progresso di tempo quasi tutto il loro elaterio: e bisogna molto rimuoverle, o cardarle di nuovo per far rivivere in loro questa elasticità a noi sì preziosa, e piacevole origine di tanti comodi. Vi sono altri corpi che non si ristabiliscono quasi punto, ne' quali gli effetti della elasticità sono quasi insensibili. In questi corpi, quantunque vi sia realmente un poco di elasticità, si suole riguardarla come nulla, e si chiamano *corpi molli*, *corpi non elastici*, *corpi senza elaterio*, il che vuole solamente dire, corpi privi di una molla così viva per essere valutata. Tale è per esempio la terra molle.

L'elasticità deve dunque riguardarsi come una proprietà generale de' corpi, come una proprietà che appartiene a tutti indistintamente, quantunque in grado maggiore o minore, perchè non ve ne è alcuno, per quanto sia molle, nel quale, osservando con attenzione non vi si vegga almeno una picciola porzione di questa forza. Non ne eccettuiamo gli stessi liquori, perchè sono capaci di trasmettere i suoni (1005), nè vi sono che i corpi elastici i quali producano questo effetto.

34. Abbiamo detto che i corpi in virtù della loro elasticità riacquistano lo stato che avevano avanti la compressione; ma ciò non succede se non dopo un maggiore, o minor numero di *vibrazioni*; e queste vibrazioni sono di una tal natura che sono sempre, isocrone, e della stessa durata, tanto se sono grandi che se sono piccole, o abbiano una maggiore o minore ampiezza. Di più in ciascuna di queste vibra-

zioni la velocità della molla si accelera dal punto della tensione sino al luogo della sua quiete, e in seguito ritarda nella stessa proporzione allontanandosi; in guisa che il punto nel quale la molla colpisce più forte è il luogo del di lei riposo, perchè è il punto dove vi è la maggior velocità acquistata.

35. Se vi sono de' corpi che perdono qualche volta la loro elasticità, ve ne sono parimente di quelli ne' quali si può aumentare con diversi mezzi adoprati nelle arti. I corpi sonori devono avere un elaterio attivissimo. Si aumenta la elasticità de' metalli de' quali si fanno le campane ec. mescolandoli, o facendoli fondere con altri metalli, o semi-metalli, il che si chiama *lega*; perchè si è veduto che un tal miscuglio è più duro, più crudo, e più elastico de' metalli semplici de' quali è composto.

36. La maggior parte de' metalli anche senza lega, acquistano una maggiore elasticità, e prendono un elaterio più attivo battendoli a freddo, il che gli artefici chiamano *rincrudire*. S' aumenta dunque l'elasticità de' metalli mediante il *rincrudimento*.

Esperienza. Se volete vederne la prova prendete da uno stesso pezzo di rame due lastre di questo metallo delle stesse dimensioni. Battetene una a freddo sull' incudine, e provate poi a piegarle. Subito che le lascerete quella che è stata incrudita, riprenderà il suo primo stato o poco meno, l' altra manterrà quasi affatto la curvatura datale.

37. Ma fra tutti i corpi de'quali s'aumenta artificiosamente l'elasticità non ve ne è alcuno su cui si pro-

duca un maggior effetto che sull' acciajo; e fra i diversi metodi che si adoprano per ciò su questo metallo, non vene è alcuno più efficace della *tempera*, la quale consiste nel riscaldare fortemente l' acciajo, e nel freddarlo subitamente, tuffandolo in un liquore freddo. Così l' acciajo acquista una durezza tanto maggiore, quanto più è riscaldato, e quanto più freddo è il liquore nel quale s' immerge. Ma se la tempera ha prodotto un effetto maggiore del bisogno si può moderarla; e diminuire questa elasticità col *ricuocerlo*, cioè collo scaldare moderatamente l'acciajo, e col lasciarlo in seguito raffreddar lentamente all'aria.

Bisogna sapere che l'acciajo non è un metallo particolare, ma un ferro preparato dalla cementazione. Ogni artefice ha il suo cemento parcicolare, del quale spesso fa un segreto; ma in tutti vi entrano delle materie carbonose. Per l'avanti la maggior parte de' Chimici riguardava l' acciajo come un ferro più puro di quello, da cui era stato formato; ma erano in errore. Oggigiorno è provato che l' acciajo è un ferro combinato col *carbonico* (*), o principio carbonoso che si è unito al ferro nella cementazione, e che vi è intimamente mescolato. Così nel rompere il ferro puro si vede che è composto di scaglie, e nel rompere l' acciajo si scorgono de' piccioli grani prodotti dalla mescolanza del ferro estremamente diviso, e del carbonico. Quando si riscalda l' acciajo, l' azione del fuoco (la di cui cognita proprietà si è di procurare l' unione delle materie omogenee) fa escire dall' interno delle molecole di quello una gran parte di prin-

cipio carbonoso, che vi si trova disseminato; senza però farlo escire dalla massa totale. La tempera dunque prende l'acciajo in un punto, in cui i suoi principj, quantunque gli stessi, sono meno mescolati; il che fa che le molecole sono composte di parti più omogenee; e sono nel tempo stesso meno legate fra loro. Con ciò si rende ragione de'vari fenomeni della tempera.

I. Il grano dell'acciajo pare più grosso dopo la tempera che avanti; perchè ciascuna molecola si è formata di un maggior numero di parti metalliche riunite.

II. L'acciajo ha un volume maggiore dopo la tempera, perchè allora la sua gravità specifica è minore. Ciò nasce dall'avere la tempera fissato l'acciajo in un tempo in cui il miscuglio de'suoi principj è meno completo.

III. L'acciajo è più duro dopo la tempera, perchè ciascheduna delle sue molecole essendo più grossa tocca le altre molecole vicine con maggiori superficie; è dunque più difficile di staccarle fra loro. In oltre le parti che compongono ciascuna molecola essendo più omogenee si uniscono più facilmente, ed aderiscono più forte fra loro: è dunque più difficile il distaccare questa molecola.

IV. L'acciajo, quantunque più duro dopo la tempera, è più fragile, perchè l'unione delle molecole fra loro, e la somma de'contatti sono minori.

V. Ricuocendolo si rende l'acciajo meno fragile,

perchè un lento raffreddamento dà alle parti il tempo di mescolarsi di nuovo, ed aumenta così la somma de' contatti. Questi contatti immediati sono senza dubbio la causa dell' aderenza delle particelle fra loro; ed in conseguenza la causa della durezza de' corpi.

38. Quantunque s'abbiano de' metodi sicuri per aumentare, o diminuire la forza dell' elaterio di parecchi corpi (35, 36, 37); per questo non conosciamo meglio la causa dell' elasticità. Quello che si è fino ad ora immaginato per renderne ragione non sono che congetture mal fondate e spesso smentite dalla esperienza.

Si è in principio preteso che l' elasticità de' corpi dipendesse dall' aria. Si credeva che l'aria insinuandosi pe' pori fra le parti delle molle in istato di tensione le spingesse in maniera da far loro riprendere la prima situazione, e che così rendesse elastici questi corpi. Ma ciò è smentito dall'esperienza; poichè l' elasticità ha luogo nel vuoto Boileano egualmente che nell' aria.

Si è dunque cercato un altro fluido più sottile dell' aria e si è supposto elastico. In conseguenza ecco come si è discorso. Quando si curva una molla i pori della parte che diviene convessa si allargano, e quelli della parte che diviene concava si ristringono. Le piccole particelle di questo fluido elastico che sono in questi ultimi pori, sono altrettante piccole palle che si comprimono, e che per la loro elasticità tendono a ristabilirsi ed a raddirizzare la molla. Ma si suppo-

ne in questa spiegazione quel che è in questione; perchè si tratta dell' elasticità de'corpi in generale, e resterà sempre a sapere quale è la causa della elasticità di questo fluido. Sarebbe egli a sorte un fluido più sottile che fosse egualmente elastico? Ma domanderemo quale sia la causa dell' elasticità di questo ultimo; e così fino all' infinito.

Il dire che i corpi elastici sono tali, perchè sono composti di piccole parti, ciascuna delle quali è dotata di una forza elastica, è un ridicolo circolo vizioso.

Finalmente altri fisici attribuiscono l' elasticità alla forza repulsiva che hanno fra loro le particelle de' corpi. Quando si comprime, dicono essi, un corpo elastico i suoi pori si ristringono, in modo che allora parecchie particelle che prima erano a qualche distanza fra loro, si ravvicinano alla sfera della loro repulsiune specifica; e questa repulsione diviene tanto più forte, quanto più cresce la compressione; cioè quanto più le particelle s' avvicinano fra loro. Perciò, continuano essi, l' elasticità de' metalli divien maggiore quando si rincrudiscono: più si battono a freddo, più diventano elastici; di qui ne viene che quando i pori di un corpo sono molto grandi, questo corpo può soffrire compressione, senza ricevere molta elasticità. Ma non è ella ancor questa una supposizione senza fondamento? Questa forza repellente non è ella diametralmente opposta alla forza attraente? Si pretende che le particelle de' corpi s'attraggano tanto più forte, quanto più s' avvicinano fra loro; e qui si dice

dice che si rispingono con maggior forza quanto più fra loro s'avvicinano. Non è questo un supporre le attrazioni, e le ripulsioni secondo il bisogno che se ne ha, e affatto gratuitamente? Piuttosto che ragionare sì male è meglio confessare ingenuamente, che noi ignoriamo qual sia la causa della elasticità de' corpi.

Dilatabilità.

39. La *Dilatabilità* è la proprietà che hanno i corpi di acquistare un aumento di volume, di occupare un maggiore spazio per la forza del loro elaterio, quando cessi di esser ritenuto da degli ostacoli. La maggior parte de'Fisici confonde la Dilatazione colla Rarefazione; ma io penso che sia ben fatto il distinguerle. E' vero che nell' uno e nell'altro caso i corpi aumentano di volume; ma la rarefazione è prodotta dal calore (22), e la dilatazione della forza elastica. Non bisogna dunque riguardare questi due effetti come un solo e come lo stesso, perchè quantunque simili in apparenza sono però prodotti da due cause sì diverse fra loro.

Ogni corpo elastico (e già abbiam veduto (33) che non ve n' è alcuno che poco o molto non lo sia) ogni corpo elastico che è in uno stato di contrazione, tosto che la forza che lo ritiene lascia di agire o agisce meno, si estende, aumenta di volume, in una parola si *dilata*. L' aria soprattutto, egualmente che gli altri fluidi aeriformi, ha questa proprietà in

un grado eminente; in maniera che la più piccola porzione di aria rinchiusa in un vaso, lo riempie sempre per quanto grande sia, e se si tiene compressa fa sempre, per dilatarsi, uno sforzo eguale alla forza che la comprime (911). Per questo i corpi dilatandosi in virtù del loro elaterio hanno più forza al principio che alla fine della loro dilatazione, perchè nel primo istante sono più compressi; e quanto più grande è la compressione, maggiore è la forza elastica, e lo sforzo per dilatarsi: in maniera che la forza comprimente, e la forza elastica sono sempre eguali.

Mobilità.

40. La *Mobilità* è la facoltà che hanno tutti i corpi di potere esser messi in moto. Non vi è corpo che non possa essere messo in moto con una forza bastante; la mobilità è dunque una proprietà generale de' corpi, e che appartiene a tutti indistintamente, ma non a tutti nello stesso grado. Ella è fondata su certe disposizioni che non si trovano egualmente in tutti i corpi; perciò alcuni sono più mobili, altri meno; cioè vi bisogna meno forza per farli passare dallo stato di quiete a quello di moto. Le principali fra queste disposizioni sono la figura del corpo, la levigatura della sua superficie, e la sua massa, o quantità di materia contenuta sotto il suo volume.

Supponiamo due corpi della stessa sostanza, le di cui masse, o pesi sieno eguali, le superficie egualmente levigate, e posati tutti due sullo stesso piano,

ma che uno abbia una figura rotonda, e l'altro cubica. L'esperienza fa vedere che lo stesso impulso porta più lontano il primo che il secondo; e che questo primo conserva questo moto più lungo tempo dell'altro. Poichè questi due corpi non differiscono che in figura; la figura dunque contribuisce alla mobilità.

Supponiamo ancora due corpi dell'istessa sostanza, di massa eguale, e della stessa figura; posati egualmente sullo stesso piano; ma immaginiamoci che la superficie dell'uno sia scabrosa, e quella dell'altro ben levigata. Questa differenza, che è la sola che vi sia fra questi due corpi, basta perchè l'impulso porti l'ultimo più lontano che il primo. La levigatura della superficie contribuisce dunque alla mobilità.

Supponiamo in terzo luogo due corpi perfettamente simili nel loro volume, nella loro figura, e nella levigatura della loro superficie; ma differenti di massa; per esempio due palle dell'istesso diametro, una di legno, l'altra di piombo. E'evidente che lo stesso impulso non manderà all'istessa lontananza tanto l'ultima che la prima. La minore massa nell'una rende dunque quella stessa più atta ad esser messa in moto; la maggiore, o minor massa contribuisce dunque alla mobilità: un corpo che ha meno massa di un altro oppone dunque una minor resistenza allo sforzo che tende a fargli cangiare stato.

Inerzia.

41. L' *Inerzia* de' corpi è la resistenza appunto di cui si parlava: è la forza colla quale ogni corpo resiste a qualunque cambiamento di stato; cioè quella colla quale quando è in quiete resiste al moto, quando è in moto resiste alla quiete, o al moto più veloce, o più tardo. L'inerzia è dunque una forza che risiede in tutti i corpi, e che vi è inerente in qualunque stato si trovino; ma non in tutti nello stesso grado; perchè egualmente che la gravità, è sempre proporzionale alla massa o alla quantità di materia propria di ciascun corpo; cioè un corpo che abbia una massa dupla, o tripla di quella di un altro corpo, ha egualmente una forza d' inerzia dupla, o tripla di quella dell' altro corpo, e per questa forza resiste duplamente, o triplamente allo sforzo che tende a superarla.

42. Vi sono degli autori che hanno confusa la forza d'inerzia colla gravità; ma quantunque queste due forze abbiano di comune l'essere proporzionali alla massa, o alla quantità di materia propria di ciascun corpo, sono non ostante essenzialmente distinte l'una dall' altra. La gravità non esercita la sua azione che in un senso, cioè da alto in basso; ogni volta che un corpo cade liberamente, cade perpendicolarmente all' orizonte. Ma la forza d' inerzia resiste in qualunque senso che si faccia sforzo per cangiare lo stato di un corpo.

43. Ogni corpo considerato precisamente come corpo è essenzialmente indifferente alla quiete o al moto, al moto più veloce o più tardo. L'effetto di questa indifferenza è di fare perseverare il corpo nello stato in cui si trova: In fatti se un corpo è in quiete, non si mette in moto se non v'è una forza positiva che vè lo costringa. Se egli è in moto non si riduce alla quiete senza un ostacolo che lo trattenga. Non si muove più veloce, o più tardo se non vi è una causa che accresca o diminuisca il moto che già aveva. Vi è dunque una forza che risiede ne'corpi, mediante la quale tendono a perseverare nello stato in cui sono; e questa si chiama *forza d'inertia*, in virtù della quale resistono ad ogni cambiamento di stato.

Supponiamo un corpo A (fig. 2), di una grandezza e di un peso determinato; per esempio una palla di piombo di una libbra, sospesa liberamente nell' aria tranquilla da un forte filo lungo C A, e un' altra palla di piombo B dello stesso peso ed egualmente sospesa da un filo C B. L'esperienza prova, come o faremo vedere nel moto di oscillazione (258); che se uno de' corpi, per esempio A, è inalzato a 4 gradi dalla linea verticale C B, e che si abbandoni a se stesso: se non trova alcun ostacolo quando sarà giunto al punto più basso B avrà acquistato dalla sua caduta una velocità che lo porterà a 4 gradi dalla parte opposta. Ma se il corpo A riscontra al punto più basso il corpo B simile in massa e che l'urti, l'esperienza prova che questi due corpi risalgono insie-

me a soli 2 gradi. Il corpo B riceve una porzione del moto del corpo A, e quest'ultimo perde nell' urto quel che pare abbia acquistato l'altro. Il corpo B oppone dunque una resistenza al corpo A, perchè senza questa il corpo A sarebbe risalito a 4 gradi. Un corpo in riposo fa dunque una resistenza reale allo sforzo che tende a muoverlo. Di più se il corpo B in vece di pesare una libbra pesasse otto o dieci libbre, sarebbe meno mosso dal suo posto per l' urto del corpo A, e ciò proporzionalmente all'aumento della sua massa. Dunque un corpo in quiete oppone allo sforzo che tende a muoverlo una resistenza proporzionale alla propria massa; e questa resistenza si chiama *forza d' inerzia*.

44. A questo discorso si fanno delle obbiezioni, alle quali fa duopo rispondere. Si pretende che la resistenza dell' aria sia la causa di quella del corpo B. Si dice, che il corpo B in quiete resiste allo sforzo del corpo A, perchè è appoggiato all' aria che lo circonda e che deve muovere. Ma si può rispondere a ciò, I. Che i corpi così urtati nel vuoto resistono egualmente che nell' aria, e se vi è qualche differenza non è sensibile; non viene dunque dall' aria questa resistenza. II. Che la resistenza dell' aria fa ella stessa parte della presente questione; perchè qui si tratta della forza d' inerzia de' corpi in generale. Se dunque si accordi che l'aria in qualità di materia fa resistenza al moto de' corpi che tendono a smuoverla, il che è innegabile; è provato dunque che l' aria ha la forza d' inerzia. Se l'aria in qua-

lità di materia ha una tal forza, perchè non l'avranno gli altri corpi? III. Se la resistenza, che il corpo B in quiete oppone allo sforzo del corpo A venisse unicamente da quello dell'aria sulla quale s'appoggia, bisognerebbe per renderla doppia fare corrispondere il corpo B a un volume di aria una volta maggiore, ed in conseguenza raddoppiarne la superficie anteriore. Ma l'esperienza prova che per rendere doppia la resistenza del corpo B basta raddoppiare il suo peso, il che, soprattutto ne' corpi sferici, non raddoppia la superficie; è dunque evidente che la resistenza della palla B non viene da quella dell'aria.

45. Si oppone ancora che la forza d'inerzia è la stessa cosa che la gravità della palla B che si oppone al proprio smovimento; perchè se ella non è ritenuta da veruno ostacolo, essa renderà il filo, al quale è sospesa, quanto può esser teso, e nella situazione verticale C B, e si fermerà al punto più basso. Non si può dunque farla escire senza che venga ad essere inalzata; se si porta in 2, è inalzata tutto B F; in 4 tutto B E ec. Per ciò fare bisogna vincere la sua gravità, che fa sforzo per mantenerla al punto B; da ciò si conclude che quel che si chiama *forza d' inerzia* è la cosa stessa che la gravità. Bisogna confessare che questa obbiezione è speciosa; pure caderà da se stessa se facciasi attenzione che quando la palla è al punto più basso B, la sua gravità è ridotta al zero, perchè totalmente vinta dal filo C A che la tiene sospesa: lo sforzo della

sua gravità non può dunque cominciare a farsi sentire che quando è passata dal punto più basso ad un punto più alto: il suo smovimento deve dunque precedere lo sforzo della sua gravità. Ma per ismuovere la palla bisogna adoprare una forza reale, la quale se è troppo piccola così che non arrivi a muoverla, non cessa d'essere una forza reale, benchè senza effetto. In questo caso la palla B resiste dunque ad una forza reale, e la distrugge avanti di poter agire come pesante. Ella resiste dunque ad una forza indipendente dalla sua gravità, e questa forza si chiama *forza d'inerzia*.

Ecco di più un raziocinio, che non lascia confondere gli effetti dell'inerzia con quelli della gravità. Supponiamo due corpi in tutto simili della stessa materia, della stessa figura, dello stesso volume, e dello stesso peso, che comincino a cadere liberamente nel vuoto dalla stessa altezza, e nell'istesso tempo. E' certo che questi due corpi obbediranno completamente alla loro gravità; e discenderanno ambidue colla stessa celerità, e con tutta la celerità che esige la loro gravità: e che tutti due arriveranno insieme sul piano che termina la loro caduta. Se si vuole che uno de' due preceda l'altro nella caduta, bisogna aggiungere un' altra forza alla gravità, e dargli un nuovo impulso che non può ricevere dalla sua gravità, poichè noi supponiamo che le obbedisca completamente. Ora tutto ciò che ha bisogno di una forza per poter essere prodotto è una vera resistenza. Quel corpo dunque, che cadendo libera-

mente obbedisce intieramente alla propria gravità, resiste a un moto più pronto di quello che gli viene dalla sua gravità. Resiste dunque mediante una forza indipendente dalla sua gravità; e questa forza si chiama *forza d'inerzia*.

CAPITOLO II.

Del Moto, e delle sue Leggi.

46 IL *Moto* è lo stato di un corpo che è attualmente trasportato da un luogo in un altro, sia in totalità, sia in riguardo soltanto alle sue parti. Un corpo può essere nello stato di moto in due maniere, o in totalità, come una carrozza tirata da' cavalli, o un battello trasportato dalla corrente del fiume; l'una e l'altro cangiano continuamente luogo, e rapporti cogli oggetti che a loro si avvicinano: o solamente riguardo alle sue parti, come l'ali di un mulino che girano nel medesimo luogo, perchè ciascuna delle loro parti passa successivamente per tutti i punti della circonferenza del cerchio ch'essa descri-

ve. Un corpo si muove dunque ogni volta che cambia rapporti o situazione relativamente agli oggetti che lo circondano sì vicini che lontani. Per esempio, un uomo sedente in una carrozza che cammini cambia continuamente rapporti se non colla cassa della carrozza o con le persone che lo accompagnano, almeno co' diversi luoghi che trascorre. Così, sebbene egli stia senza agitarsi, e tranquillissimo, non può dire di essere nello stato di quiete.

47. Vi sono parecchie sorte di moto: cioè il *moto assoluto*, e il *moto relativo*; il *moto semplice*, e il *moto composto*; il *moto rettilineo*, e il *moto curvilineo*; il *moto riflesso*, ed il *moto refratto*. Prima di parlare di queste diverse specie di moto, bisogna prendere alcune nozioni preliminari, e generali per tutte.

48. Vi sono molte cose da considerare in un corpo che si muove, cioè: I. La forza motrice che imprime il moto a questo corpo. II. La massa di questo corpo, colla quale resiste alla forza, che tende a farlo sortire dal suo stato. III. La direzione che prende questo corpo nel suo moto, tanto semplice, che composto. IV. Lo spazio che questo corpo percorre. V. Il tempo che questo corpo impiega a percorrere questo spazio. VI. La celerità del moto di questo corpo, cioè il rapporto dello spazio che questo corpo percorre, e del tempo che impiega a percorrerlo. VII. La quantità del moto di questo corpo.

I. *Forza motrice*.

49. I. Tutti i corpi per la loro inerzia resistono a qualunque mutazione di stato (41). Un corpo che è in quiete non si metterà dunque mai in moto, se non vi sia una causa sufficiente che gl' imprima questo moto. Questa causa attiva che imprime, o almeno tende a imprimere il moto al corpo si chiama *forza motrice*. Non vi è dunque mai moto senza forza motrice bastante ad imprimerlo. Si chiama *forza motrice* quella di uno, o più corpi adoprata per muoverne degli altri. Tale è un impulso dato ad un corpo per farlo muovere in una direzione qualunque.

Fino a *Leibnizio* si era sempre creduto che questa forza in tutti i casi indistintamente dovesse valutarsi pel prodotto della massa del motore moltiplicato per la sua velocità. Ma *Leibnizio* il primo ha stabilito una distinzione fra la forza motrice che agisce contro un ostacolo invincibile, e quella che agisce contro un ostacolo cedente. Chiama la prima *forza morta*, e conviene con tutti i fisici che deve valutarsi moltiplicando la massa per la semplice velocità. Chiama l' ultima *forza viva*, e pretende che per averne il suo giusto valore bisogni moltiplicare la massa, non per la semplice velocità, ma per il quadrato della velocità; cioè, se la velocità per esempio è 3 non bisogna moltiplicare la massa per 3 ma

per 9 che è il quadrato di 3. *Leibnizio* ha riportati in favore della sua opinione raziocinj, ed esperienze speciose, ed ha trovato de' difensori fra' Fisici i più illuminati. Malgrado ciò il maggior numero ha riguardata la sua opinione come un paradosso. Esamineremo questa questione parlando di queste due forze.

Forza morta.

50. La *Forza morta* è quella che agisce contro un ostacolo invincibile, che consiste in conseguenza in una semplice tendenza al moto, e che non produce alcuno effetto sull' ostacolo, sul quale agisce. Tale è per esempio la forza di un corpo pesante che tende a discendere, ma che è posato sopra una tavola o sospeso ad una corda. Questo corpo non potrebbe discendere perchè la resistenza della tavola o della corda glielo impedisce. Frattanto preme la tavola o tende la corda, e con ciò mostra la sua tendenza al moto, che non può avere effetto fintanto che questi ostacoli invincibili vi si oppongono. Questa pressione del corpo pesante è dunque senza effetto in questi due casi, o piuttosto gli effetti che ella produce, cioè la tensione della corda, e la pressione della tavola, sono effetti, che non esauriscono la causa premente. Così questa causa premente non perde nulla della sua forza, perchè non la sviluppa, ma tende solo a svilupparla. Quando dunque gli ostacoli sono invincibili, l'azione della forza che tende a rimuo-

verli è ad ogni istante riprodotta dal continuo sforzo che fa la forza premente per vincere questa resistenza. Così i piccioli gradi, che la forza premente imprime all'ostacolo che trattiene la sua azione periscono nell'istante che nascono, e nascono nel perire: ed in questo ritorno di produzione, e di distruzione consiste l'effetto della gravità di un corpo quando è trattenuto da un ostacolo invincibile. Questa pressione distrutta tosto che è prodotta, questa forza che la causa premente tende invano a sviluppare, è quella che si chiama *forza morta*. La forza morta di un corpo si valuta, come abbiamo detto di sopra (49), dal prodotto della sua massa moltiplicata per la velocità iniziale, vale a dire per la velocità che avrebbe nel primo istante se venisse a cedere l'ostacolo che la ritiene.

Forza viva.

51. La *Forza viva* è quella di un corpo attualmente in moto che agisce contro un ostacolo cedente e che produce un effetto sopra di lui. Tale è la forza di un corpo che va ad urtare un altro con una velocità determinata, e che in conseguenza del suo urto lo scaglia ad una certa distanza. Questa forza, come abbiamo detto di sopra (49) si era sempre valutata, come la forza morta, dal prodotto della massa moltiplicato per la velocità semplice; ma *Leibnizio* ha creduto che si dovesse valutare dal prodotto della massa moltiplicata per il quadrato della velo-

prodotto dalla forza di *Giovanni* è quadruplo dell' effetto prodotto dalla forza di *Jacopo*. Frattanto non si concluderà da ciò che la forza di *Giovanni* sia quadrupla di quella di *Jacopo*: perchè ciò fosse, bisognerebbe che *Giovanni* percorresse quattro leghe nello stesso tempo che *Jacopo* impiega a percorrerne una, il che non è, ma v'impiega un tempo duplo: *Giovanni* in un tempo eguale non produce dunque che un effetto duplo di quello di *Jacopo*, cioè in ragione della velocità semplice, ed il suo effetto totale è quadruplo non per altro che perchè con una velocità dupla cammina per un tempo duplo. Così l'effetto che produce *Giovanni* è quadruplo di quello che produce *Jacopo*, non perchè 4 sia il quadrato di 2; ma perchè 2 più 2 fa 4. Così quantunque i sentimenti sieno divisi sul metodo di valutare le forze de' corpi in moto, cioè quelle che si chiamano *forze vive*, sono perfettamente d' accordo sul prodotto di queste forze, e sugli effetti che ne devono risultare. Tutti convengono, co' difensori delle forze vive, che sono quadrupli gli effetti di un corpo che si muove con 2 gradi di velocità in paragone di quello che ne ha 1; ma come abbiamo detto, non è perchè 4 sia il quadrato di 2, ma perchè il mobile che ha 2 gradi di velocità fa uno sforzo che è ripetuto 2 volte tanto, quanto quello d' un mobile che si muove con un solo grado di velocità. Se si fa dunque entrare in conto la considerazione del tempo, si può senza errore nella pratica valutare indistintamente la forza de' corpi dal prodotto della massa moltiplicato per la semplice velocità attuale, se realmente si muo-

muovono; e se sono trattenuti da degli ostacoli, vincibili, dalla loro tendenza al moto, che è come la loro massa, e la loro velocità iniziale, cioè quella colla quale comincierebbero a muoversi se l'ostacolo cedesse. Si può ancora comunemente valutare la forza de' corpi in moto dal prodotto della massa moltiplicato per il quadrato della velocità. L'operazione è più corta. Dico *comunemente*, perchè questa maniera di valutare le forze non è applicabile a tutti i casi: come per esempio in quelli ne' quali i corpi vanno ad urtarsi con de' moti in senso contrario, come lo prova *M. de Mairan* con una esperienza che egli riporta contro le forze vive, il risultato della quale è conosciuto e confessato da'due partiti, il che prova il difetto nell'opinione di *Leibnizio*.

Questa esperienza è quella de' corpi o molli, o elastici, che vengono ad urtarsi in senso contrario, e con velocità che sono fra loro in ragione inversa delle loro masse; perchè si sa che ne risulta la quiete se i corpi sono molli, e senza elaterio (245), e un ritorno indietro dopo il colpo colle stesse velocità che avanti il colpo, se i corpi hanno un perfetto elaterio (153); il che prova che si urtano con forze uguali. Ciò non succederebbe in tal guisa, se le forze fossero come i quadrati delle velocità; il corpo per esempio che avesse 6 di velocità, e 2 di massa, in conseguenza 72 di forza, dovrebbe necessariamente riportare quello che con 6 di massa non avesse.

che 2 di velocità, e in conseguenza 24 soltanto di forza.

E' stato risposto a ciò: che questo triplo di forza che ha il corpo che si muove con 6 di velocità, è consumato dagli affondamenti, e da' rimuovimenti della materia che fa quello che ha 2 di velocità. Ma dice *M. de Mairan*: quale è il punto d' appoggio degli sforzi necessarj per produrre questi affondamenti e questa introcessione di materia? Cosa è che il sostiene con una reazione eguale all' azione? non è il centro di gravità della massa tripla che ha solo 2 di velocità? Questa stessa massa non consuma ella tanta della sua forza per sostenere gli sforzi di questi rimuovimenti, quanta per produrli ne perde della sua il corpo che urta? e quella che essa consuma non serve forse a disporla tanto più a cedere? Non vi è dunque per questa parte sforzo verun perduto, o piuttosto quel che si è perduto da una parte si è comunicato dall' altra per un cambio reciproco. Così la massa inferiore in forza dovrebbe essere trascinata.

Ciò diventa ancora più evidente nel caso de' corpi elastici; perchè gli affondamenti, e gli schiacciamenti, che reciprocamente soffrono nell' urto, sono, in virtù del ristabilimento che ne succede, la stessa sorgente della forza necessaria per tornare indietro dopo l' urto colle medesime velocità che avevano avanti l' urto. Dunque se le forze fossero state come i quadrati delle velocità, quello che aveva 2 di ve-

tità è 6 di massa sarebbe stato rispinto indietro dall' urto di quello che aveva 2 di massa e 6 di velocità, con tanto maggior forza o velocità che non aveva avanti l'urto; il che è contrario alla sperienza.

Si potranno dunque valutare le forze motrici moltiplicando le masse o per la velocità semplice aggiungendovi la considerazione del tempo, o per il quadrato della velocità, fuori che nel caso, in cui i corpi vanno ad urtarsi con moti in senso contrario.

II. *Massa de' Corpi.*

52. II. I corpi resistono egualmente al moto e alla quiete per mezzo della loro forza d' inerzia (41): questa forza è proporzionale alla loro massa o alla quantità di materia, che contengono, poichè appartiene a ciascheduna parte della materia. Un corpo dunque resiste tanto più al moto che si tende a imprimergli, quanto più ha di massa, eguali le altre cose. Così più un corpo ha massa, meno acquista velocità collo stesso impulso. Le velocità de' corpi che trovano impulsi eguali sono dunque in ragione inversa delle loro masse.

III. *Direzione del moto.*

53. III. Non vi è moto senza una determinazione particolare; così ogni corpo che si muove tende verso qualche punto, e questa tendenza si chiama *direzione*. Se questo corpo non obbedisce che ad una sola forza,

o a parecchie egualmente dirette, si muove con un moto semplice, e non tende, che ad un sol punto. Se più potenze dirette diversamente lo urtano nello stesso tempo, tende a muoversi verso varj punti; ma siccome non può andare verso due punti in una volta, il suo moto si compone, e prende una direzione media fra quella delle potenze alle quali obbedisce (160), e allora si comporta come un corpo che si muove con un moto semplice e non s' indirizza che ad un solo punto. La linea tirata da questo corpo al punto, verso cui si muove, o si muova con moto semplice o si muova con moto composto, rappresenta la direzione del moto di questo corpo; e se si muove percorrerà certamente questa linea, quando il suo moto non sia composto di potenze i rapporti delle quali cangino (168); nel qual caso percorrerà una linea curva, la quale frattanto è composta dall' trettante linee rette brevissime e insensibilmente inclinate fra loro, e formanti insieme angoli molto ottusi.

IV. *Spazio percorso.*

54 IV. Lo *spazio* che percorre un corpo è la linea descritta da questo corpo nel suo moto. Se il corpo che si muove fosse un punto, lo spazio percorso sarebbe una linea matematica: ma siccome non vi è corpo, che non sia esteso (6); lo spazio percorso ha sempre qualche larghezza. Non ostante quando si misura questo spazio percorso da un corpo non si fa attenzione ad altro che alla sua lunghezza, che può essere maggiore, o minore.

V. *Tempo impiegato.*

55. V. Un corpo necessariamente impiega un *tempo* qualunque a percorrere uno spazio. Se il corpo A (*fig.* 3) percorre lo spazio A B, passerà una porzione di tempo mentre anderà da A in B, per quanto piccolo possa essere lo spazio A B; perchè l'istante in cui il corpo sarà in A non sarà quello nel quale si troverà in B, non potendo un corpo essere in due luoghi in una volta. Così ogni spazio percorso lo è in un tempo qualunque, che può essere più o meno lungo.

V. *Velocità.*

56. VI. La velocità di un corpo che si muove è la facoltà che egli ha di percorrere un certo spazio in un certo tempo. Più questo spazio è grande e questo tempo è corto, più è considerabile la velocità. La velocità di un corpo è dunque il rapporto che vi è fra lo spazio che percorre, e il tempo che impiega a percorrerlo. Non vi è dunque moto senza una velocità qualunque. Per conoscere questa velocità non si fa altro che dividere lo spazio per il tempo; ed egualmente si conoscerà lo spazio moltiplicando la velocità per il tempo. Per esempio un corpo percorre 1000 tese (*) in 10 mi-

(*) La Tesa è una misura francese che equivale a 6 piedi del Re.

nuti, la sua velocità è di 100 tese per minuto; perchè 100 è il quoziente di 1000 diviso per 10. Se si paragonano le velocità di due corpi se ne avrà il rapporto seguendo la stessa regola. Supponiamo per esempio che un corpo A percorra 54 tese in 9 minuti, e che un corpo B ne percorra 96 in 6 minuti: la velocità del corpo A è a quella del corpo B, come 6 quoziente del 54 diviso per 9, è a 16 quoziente del 96 diviso per 6.

Ne segue, che due corpi che percorrono spazj ineguali in tempi ineguali hanno le loro velocità come gli spazj porcorsi divisi per i tempi impiegati a percorrerli; come nell'esempio superiore. Se questi due corpi percorrono spazj ineguali in tempi eguali, le loro velocità sono fra loro in ragione diretta degli spazj percorsi. Se per esempio il corpo A percorre 200 tese in due minuti, e il corpo B non ne percorre che 100 nel medesimo tempo, le loro velocità sono fra loro come 200 a 100, o come 2 a 1. Ma se questi due corpi percorrono spazj eguali in tempi ineguali, le loro velocità stanno fra loro in ragione inversa de' tempi impiegati a percorrerli. Se i due corpi A, e B percorrono 200 tese, ma A in un minuto, e B in 2 minuti, la velocità di A è a quella di B come 2 a 1, in ragione inversa de' tempi.

La velocità di un corpo che si muove può essere dunque o uniforme, o accelerata, o ritardata.

57 La velocità di un corpo è *uniforme*, se percorre spazj eguali in tempi eguali. Supponiamo per esempio un corpo che percorra una tesa in un secondo, un'altra

tesa nell'altro secondo seguente, un'altra tesa nel terzo, e così di seguito, in maniera che i tempi, e gli spazj percorsi in ciascun tempo sieno eguali fra loro: questo corpo ha una velocità uniforme. Si concepisce facilmente che questa uniformità di velocità è possibile; ma è rarissima nello stato naturale, a causa degli ostacoli inevitabili che producono ad ogni momento qualche mutazione nel moto de' corpi (76, e 96).

58 La velocità di un corpo è *accelerata*, se in tempi eguali e successivi percorre degli spazj che vanno sempre crescendo di più in più; o se percorre degli spazj eguali, ma in tempi che vanno decrescendo di più in più. Tale è la velocità di un corpo che cade liberamente, e che accelera sempre più verso il fine della sua caduta (214).

59. La velocità di un corpo è *ritardata* se in tempi eguali percorra spazj che vanno decrescendo, o se percorra degli spazj eguali ma in tempi che crescono. Tale per esempio è la velocità di una palla che ruzzoli sul terreno, e che appoco appoco si rallenti, finchè si riduca alla quiete.

Si distingue ancora la velocità de' corpi in velocità assoluta, velocità relativa, e velocità respettiva.

60. La velocità *assoluta* è quella di un corpo, considerata in se stessa, e senza riferirla alla velocità di un altro corpo; come quando si considera la velocità di un cavallo che fa 4 leghe in 2 ore di tempo. La sua velocità è di 2 leghe per ora. La velocità propria o assoluta di un corpo è dunque il rapporto dello

spazio che percorre, e del tempo che impiega a percorrerlo.

61 La velocità *relativa* è quella di un corpo, paragonata con quella di un altro corpo; come quando si paragonano le velocità di due cavalli fra loro, che percorrono il medesimo numero di leghe, uno de' quali impiegh' più tempo dell' altro a percorrere questo spazio. Le loro velocità stanno tra loro in ragione inversa de' tempi impiegati (56). Così se uno impiegasse 1 ora, e l' altro 2 ore, la velocità del primo sarebbe a quella del secondo come 2 a 1. Se questi due cavalli camminassero per il medesimo tempo, ma che uno facesse più cammino dell' altro, le loro velocità sarebbero allora in ragione diretta degli spazj percorsi (56). Così se l' uno percorresse uno spazio duplo dell' altro, la sua velocità sarebbe dupla di quella dell' altro.

62 La velocità *respettiva* è quella colla quale lo spazio interposto fra due corpi è percorso o da uno di loro intieramente, o in parte dall' uno e in parte dall' altro; cioè, tanto se l' uno de' corpi rimanga in quiete mentre l'altro percorre lo spazio intiero, quanto se si muovano ambedue nel medesimo senso, o in senso contrario con velocità eguali, o disuguali. In maniera che se due corpi A e B (*fig.* 4) distanti di 4 piedi, si congiungano in un secondo; la velocità respettiva di questi due corpi è sempre la stessa, tanto se A solo percorra lo spazio intiero, quanto se B muovendosi verso A lo riscontri, per esempio in 3, tanto se B andando nel senso stesso di A, percorra

per esempio 3 piedi, mentre A ne percorre 7 ec. purchè in tutti i casi i due corpi si giungano esattamente in 1 secondo. Il che fa chiaramente vedere che non bisogna confondere la velocità respettiva colla velocità assoluta, o propria di ciascun corpo (60); perchè nel primo caso solamente la velocità assoluta di A è la stessa che la velocità respettiva, cioè di 4 piedi per secondo, e la velocità assoluta di B è zero. Ma nel secondo caso la velocità assoluta di A è di 5 piedi, quella di B di 1 piede, e la velocità respettiva di 4 piedi per secondo. Nel terzo caso la velocità assoluta di A è di 7 piedi, quella di B di 3 piedi; e la velocità respettiva sempre di 4 piedi per secondo.

Si chiama ancora, e nel medesimo senso *velocità respettiva* quella, colla quale due corpi s' allontanano l' uno dall' altro di un certo spazio in un determinato tempo, sieno quali si vogliano le loro velocità assolute.

VII. *Quantità del moto.*

63 VII. La *Quantità del moto* di un corpo si valuta moltiplicando la massa di questo corpo per la velocità; perchè ella vi è proporzionale, di maniera che l' istesso corpo ha più moto quando ha o più massa, o più velocità: che torna lo stesso, di due corpi le di cui masse sono eguali, quello che ha più velocità, ha più moto; e di due corpi le di cui velocità sono eguali quello che ha più massa, ha più moto: perchè la velocità impressa ad un corpo qualunque appartiene a ciascuna

parte di questo corpo, e se queste parti si disunissero. ciascuna continuerebbe a muoversi collo stesso grado di velocità che fu impresso al corpo intero, fatta astrazione degli ostacoli, che aumentano in conseguenza della divisione. Supponiamo per esempio che un corpo A che ha 4 di massa, e un corpo B che ha 2 di massa si muovano ciascuno con 6 gradi di velocità. Si può concepire il corpo A diviso in 2 parti eguali che si muovano con questi 6 gradi di velocità; ciascuna di queste parti ha dunque una quantità di moto eguale a quella del corpo B, poichè ha la stessa massa, e la stessa velocità. Queste due parti riunite per formare il corpo A hanno dunque una quantità di moto dupla di quella del corpo B, per la ragione che la massa è dupla. Si conchiuderebbe lo stesso se due masse essendo eguali, il corpo A avesse una velocità dupla di quella del corpo B. Si ha dunque il rapporto della quantità del moto de' due corpi moltiplicando la massa di ciascuno per la sua velocità, tanto se le loro masse e velocità sono eguali, che se non lo sono. Supponiamo per esempio un corpo A che abbia 4 di massa e 6 di velocità; e un corpo B che abbia 7 di massa, e 5 di velocità; la quantità del moto del corpo A sta a quella del corpo B, come 24, prodotto di 4 di massa moltiplicato per 6 di velocità, sta a 35, prodotto di 7 di massa moltiplicato per 5 di velocità. Generalmente, *la quantità del moto di un corpo è in ragione composta della sua massa, e della sua velocità.*

64 Un corpo che si muove, può muoverne degli altri, e tanto più facilmente, quanto maggiore quantità di moto egli ha: e siccome questa quantità di moto è relativa alla sua massa, e alla sua velocità (63), e cresce tanto per l'una che per l'altra, così si può compensare l'una coll'altra secondo le circostanze; perchè un corpo che ha poca massa, fa altrettanto sforzo con molta velocità, che farebbe un altro con meno velocità, se avesse più massa. Ognuno sa che con un piccolo martello che si fa agire prontamente si conficca il medesimo chiodo tanto, quanto con un grosso martello che agisce lentamente.

Moto assoluto.

65. Il *Moto assoluto* è il cambiamento di rapporto di situazione di un corpo respettivamente a tutti gli altri corpi che gli stanno vicini o lo circondano. Tale è il moto di un uomo, che va da un luogo ad un altro. Cangia continuamente il rapporto di situazione respettivamente alle diverse parti del terreno, che percorre.

Moto relativo.

66 Il *Moto relativo* è il cambiamento di rapporto di situazione di un corpo relativamente a certi corpi che lo circondano, tanto da vicino che da lontano, e non relativamente a certi altri. Un corpo può es-

sere in quiete relativamente ad alcuni corpi che lo circondano, e in moto relativamente a certi altri. Per esempio un uomo immobile in un vascello che si muove, è in quiete relativamente al vascello e a quel che contiene, ma è in *moto relativo* riguardo al lido. Se questo uomo invece di stare in quiete nel vascello vi passeggia, sarebbe in un moto relativo respettivamente al vascello, e respettivamente alla riva; perchè quest'uomo col proprio moto cangerebbe situazione colle diverse parti del vascello, e col suo moto comune col vascello, che lo trasporta, cangerebbe situazione co' corpi che sono sulla riva. Frattanto se quest'uomo, mentre il vascello si muove, cammina egli pure da prora a poppa con una velocità eguale a quella, colla quale il vascello avanza; cioè, se percorre la lunghezza del vascello nel tempo stesso che il vascello impiega a percorrere un'egual quantità in senso contrario; quest'uomo è in moto relativamente al vascello, ma non lo è relativamente alla riva, perche corrisponde sempre allo stesso punto: e chiunque riguardasse quest'uomo lo vedrebbe sempre corrispondere al medesimo punto della spiaggia opposta.

Moto semplice.

67 Il *Moto semplice* è quello di un corpo, che è diretto verso un sol punto, o questo corpo sia spinto, o tirato da una sola potenza, o che ne abbia parecchie che lo spingano o tirino nella stessa direzione. Un moto semplice è dunque l'effetto di un solo impulso o di più, che agiscono insieme o suc-

cesivamente nella stessa direzione. Tale è il moto di un corpo grave che la sua gravità determina a discendere per una linea perpendicolare all' orizzonte, e tale ancora è quello di una carrozza tirata da sei cavalli.

Moto composto.

68 Il *Moto composto* è quello di un corpo determinato a muoversi da più potenze che agiscono a un tempo stesso e secondo diverse direzioni, e che fanno angolo insieme, o s' incrociano al mobile. Un *moto composto* è dunque l' effetto di più impressioni che agiscono nel tempo stesso, e le di cui direzioni s' incrociano. Moto composto è quello di un battello A E (*fig.* 5), che segue la direzione del canale A B, obbedendo nel tempo stesso allo sforzo di due uomini C, D, i quali ciascuno sopra una delle due rive tirano il battello uno per mezzo della corda E C, l' altro, della corda E D. Questo battello segue, in virtù di queste due potenze, la direzione E B.

Tratteremo più precisamente di questo moto, che spesso trovasi in natura (159).

Moto rettilineo.

69 Il *Moto rettilineo* è quello che si fa in linea retta. Ha sempre luogo nel moto semplice (67). Ha luogo ancora nel moto composto, quando le potenze che lo producono perseverano negli stessi rapporti fra loro per tutta la durata del moto, o che queste potenze non soffrano alcun cambiamento, o che i cambiamenti sieno eguali o proporzionali da una parte e dall' altra (161).

Moto curvilineo.

70 Il *Moto curvilineo* è quello che si fa in linea curva. Tali sono tutte le sorte di moto composto (68) prodotte da potenze, che agendo insieme, cangiano ad ogni istante rapporti, o quanto alla direzione; o quanto alla intensità o forza.

Moto riflesso.

71 Il *Moto riflesso* è quello di un corpo che incontra un ostacolo per lui insuperabile come un muro, una scogliera ec. che lo costringe a tornare indietro, e lo fa ribalzare dopo l'urto. Tale è il moto di una palla a corda, che dopo aver toccato il muro verso di cui è lanciata, ribalza verso quello che l'ha tirata.

Moto refratto.

72 Il *Moto refratto* è quello di un corpo, che passa obbliquamente da un mezzo in un altro più o meno resistente di quello d'onde sorte, la di cui maggiore o minore resistenza obbliga il corpo a lasciare la sua prima direzione. Tale è il moto di un corpo che passi dall'aria nell'acqua, o dall'acqua nell'aria presentandosi obbliquamente un piano, che separi li due mezzi. Si vede allora che, perchè il *moto refratto* abbia luogo, sono necessarie assolutamente due cose; cioè, cambiamento di mezzo e obbliquità d'incidenza sul piano che separa questi due mezzi.

Leggi del moto.

73 Si chiamano *Leggi del moto* certe regole, secondo le quali i corpi si muovono quando agiscono gli uni sugli altri.

Vi sono due sorte di moto, vale a dire *semplice* (67), e *composto* (68); di cui tutte le altre sorte di moto delle quali abbiamo parlato, non sono che specie particolari. Nello stabilire dunque le leggi di questi due moti avremo stabilite le leggi degli altri: nè vi resterà da aggiungere altro che alcune particolarità, di cui faremo parola in seguito.

I. *Legge del moto semplice.*

74 *Ogni corpo una volta messo in moto deve continuare a muoversi nella direzione, e col grado di velocità che ha ricevuto, se il suo stato non venga cangiato da qualche nuova causa,*

Se dunque questo corpo lascia la linea retta che ha cominciato a descrivere, se la sua velocità si accelera o si ritarda, questi cambiamenti vengono sicuramente da una causa particolare che lo determina altrimenti, che aggiunge o toglie alla sua velocità; senza di che la prima causa non lascierebbe di avere pienamente il suo effetto; perchè tutti i corpi hanno una forza d'inerzia (41), per la quale resistono a tutti i cambiamenti di stato; e questa resistenza non può essere distrutta che da una potenza che se le opponga, Senza questa potenza dunque la legge, avrebbe il suo effetto.

75 Ma si può opporre che questa legge assegna ai corpi in moto una costanza di direzione, e di velocità che non si trova mai; perchè ogni moto si ritarda, ed ogni mobile torna in quiete dopo un tempo più o meno lungo.

E' vero che non vi è esperienza che provi direttamente l'asserzione di questa legge: ma I. ogni corpo in qualunque stato siasi tende a perseverare nel medesimo stato, mediante la forza d'inerzia (41); questo solo principio basta per provare che questa legge esiste in natura. II. Se i corpi perdono sempre il moto loro dopo un certo tempo, accade ciò perchè vi sono sempre degli ostacoli che lo fanno perdere; perchè, I. i corpi in qualunque luogo, ed in qualunque maniera si facciano muovere, si trovano sempre immersi in qualche fluido, che in questa circostanza si chiama *mezzo*, il quale continuamente sono obbligati a smuovere per aprirsi un passaggio; e siccome questo mezzo è materiale, e in conseguenza impenetrabile (11), fa una continua resistenza al mobile che tende a rimuoverlo. Questo mobile non può dunque continuare a muoversi senza impiegare in ciascun istante una parte del suo moto per superare questa resistenza: così dopo un certo tempo lo ha impiegato tutto, e si trova ridotto alla quiete. II. Tutti i corpi essendo pesanti (198) niuno può muoversi senza essere sostenuto o da una sospensione o da un piano, o senza sdrucciolare in qualche fluido che lo tocchi da ogni parte. In qualunque maniera bisogna sempre che

passi

passi per i diversi punti della superficie del piano che percorre o del fluido che traversa. Questa successiva applicazione di superficie a superficie si chiama *attrito*, e produce una resistenza al moto. Ma queste due resistenze, cioè quella de' *mezzi*, e quella degli *Attriti* sono assolutamente inevitabili. Se queste resistenze cessassero d' esistere, la nostra prima legge avrebbe certamente il suo intiero effetto. Un corpo che fosse una volta messo in moto nel vuoto assoluto, continuerebbe dunque a muoversi per tutta l' eternità in questo vuoto, e a percorrervi per sempre degli spazj eguali in tempi eguali; poichè ivi non vi sarebbe ostacolo alcuno che consumasse in tutto, o in parte la forza di questo corpo.

Siccome abbiamo spesso interesse a conoscere la quantità del moto che rimane ad un corpo, detratta quella che gli hanno fatta perdere le resistenze che nascono, e de' mezzi, e degli attriti; vediamo dunque cosa devesi considerare quando si vuol valutare queste resistenze.

Resistenza de' mezzi, o de' fluidi.

76 La resistenza de' mezzi è l' ostacolo che i fluidi oppongono al moto di quei corpi che scorrono attraverso di essi (75); perchè questi fluidi o mezzi essendo materiali resistono come tutti gli altri corpi in virtù della loro inerzia (11) agli sforzi che tendono a smuoverli. Questa resistenza è proporzionale alla massa (24) che deve essere smossa. Il valore di questa massa dipende, I. dalla densità del mezzo; II. dal volume che bisogna rimuoverne; dunque quanto è maggiore questa densità e questo volume, maggiore è la resistenza del mezzo. Ma questo volume che deve essere rimosso si misura dalla superficie anteriore del corpo che si muove e dallo spazio che questo corpo percorre in un tempo dato; dunque quanto più la superficie anteriore, e la velocità di questo corpo sono maggiori, tanto maggiore sarà la massa del mezzo rimossa; ed in conseguenza maggiore la sua resistenza.

77 Per valutare questa resistenza *Newton* ha data una regola, che ci somministra almeno qualche lume. Ha dimostrato che un corpo sferico, che si muove in un mezzo tranquillo di una densità eguale alla sua, perde la metà del suo moto, percorrendo uno spazio eguale a otto terzi del suo diametro. Quello che rimuove di fluido questa sfera equivale a un cil

, la di cui base ha per diametro quello della sfe-
e per asse la linea che il di lei centro descrive,
è otto terzi del diametro della sfera. Ma il cilin-
è alla sfera dello stesso diametro, come 3 a 2.
l cilindro la di cui base ha per diametro quello
la sfera, e per altezza gli otto terzi di questo dia-
tro (supponendo eguali le densità dell' uno e dell'
a) ha dunque una massa eguale a quella della
a. Dunque in questo caso la massa rimossa del
do è alla massa del corpo sferico, come 8 a 2, o
e 4 a 1. In conseguenza qualunque siasi la den-
del mezzo, e quella del corpo sferico che vi si
ve, ogni volta che questo corpo sferico avrà ri-
ta una massa di questo mezzo che eguagli 4 vol-
la sua, avrà perduto la metà del suo moto.

Per saper dunque quale spazio deve percorrere
corpo, per esempio nell' acqua, per perdere la
del suo moto, bisogna conoscere il rapporto
la densità di questo corpo a quella dell' acqua. La
tà dell' oro puro è a quella dell' acqua come
581 e a 10000; La densità del rame a quella dell'
ua è come 83958 a 10000; Le densità del piombo
quella dell' acqua come 113523 a 10000. Dal che
egue che una sfera d' oro per perdere la metà del
moto deve percorrere nell' acqua uno spazio e-
e a 51 volta e un terzo il suo diametro; la palla
me uno spazio eguale a 23 volte e un terzo il
diametro; e la palla di piombo uno spazio egua-
6 volte e un quarto il suo diametro. Noi abbia-
supposto che il corpo sia sferico, perchè se aves-

se un' altra figura proverebbe una diversa resisten
e per perdere la metà del suo moto gli bisognere
percorrere unó spazio maggiore o minore, second
figura che avesse, o secondo quella della superfi
che nel moto fosse anteriore. *Giacomo Bernoulli*
dimostrati i seguenti teoremi.

79 Se un triangolo isocele è mosso in un fluido
condo la direzione di una linea perpendicolare
sua base, prima coll' apice, poi colla base, la r
stenza nel primo caso sarà a quella del secondo,
me il quadrato della metà della base, al quad
di uno dei lati. Donde si vede che più l' angolo
la sommità del triangolo sarà acuto, minore sarà
resistenza.

80 La resistenza di un quadrato mosso secondo
direzione del suo lato è alla resistenza di questo s
so quadrato mosso secondo la direzione della
diagonale, come il lato è alla metà della dia
nale.

81 La resistenza di un semicerchio che si mu
colla sua base è alla resistenza che fa muovend
colla sua sommità, come 3 a 2. (L'esperienza fa
dere che è come 3 a meno di 2.)

Queste regole possono essere vantaggiose sino
certo segno nella costruzione de' vascelli.

82 Abbiamo detto di sopra (76) che la resiste
de' mezzi dipende dalla quantità che se ne rimu
in un dato tempo, e che questa quantità è misu
dalla superficie anteriore del corpo, che si muov
dallo spazio che percorre in questo tempo. Due

è grande questa superficie, più la resistenza è siderabile. Perciò quando un vascello ha tutte le e spiegate prende più vento. Ne segue da ciò che stesso corpo percorrendo spazj eguali nel medesi- tempo può provare nel medesimo mezzo delle re- enze più o meno grandi, secondo il modo cui si enta all' urto del mezzo. Si sente una maggiore stenza muovendo la mano per piano piuttosto che taglio. Perciò il barcajuolo fa agire il suo remo piano, quando cerca un punto d' appoggio nella tenza dell' acqua; ma lo ritira per taglio per meno carsi. Per la stessa ragione un regolo piano che muovere nell' aria prova minore resistenza per il taglio che per il suo piano.

Questa resistenza de' mezzi cresce a misura che enta la velocità del mobile: nè cresce semplice- te come la velocità, ma appresso appoco come adrato della velocità; in maniera che se si sup- ano due corpi eguali A e B che si muovano due nello stesso mezzo, e che A si muova con velocità tripla di quella di B; A proverà una re- nza 9 volte tanta quanta quella che proverà B: hè quando corpi simili si muovano attraverso il esimo fluido con diverse velocità, questa resisten- resce in proporzione delle particelle percosse in empo eguale, e questo numero è come lo spazio rso nel medesimo tempo, cioè, come la veloci- ità di più ella cresce in proporzione della forza, i quale il corpo urta contro ciascheduna parte, esta forza è come la velocità del corpo. Per

conseguenza, se la velocità è tripla, anche la re
stenza è tripla, a causa del numero triplo delle p
ti che il corpo deve rimuovere: è ancora tripla
causa dell' urto tre volte maggiore col quale colpi
ciascuna particella. Però la resistenza totale è 9 v
te maggiore, cioè come il quadrato della veloci
Così un corpo che si muove in un fluido è ritard
parte in ragione semplice della sua velocità, e p
in ragione duplicata di questa stessa velocità: e qu
do questa velocità è cresciuta fino ad un certo p
to, il corpo percuote il fluido più presto di quello
ques.' ultimo possa cedere; e questo fluido serve
punto d' appoggio. Per esempio, per qual motivo
colpi de' remi fanno avanzare un battello? e per
lo fanno avanzare tanto più velocemente quanto
sono spessi e frequenti? Perchè quando si percu
l' acqua più presto di quello che ella possa ceder
diviene, per questa lentezza di obbedire, il punto
appoggio del remo. I pesci co' loro nuotatoj, e co
coda: i nuotatori colle braccia, e colle gambe fa
quel che il barcajuolo fa co' remi.

84. L' aria essendo materiale è un mezzo resist
te come gli altri, con questa differenza che esse
meno densa resiste meno. Perchè ella serva di p
to d' appoggio, bisogna dunque o percuoterla più
locemente, o in maggior volume. Così gli ucc
che volano lungo tempo, e molto lontano, come
rondini, gli uccelli da preda, alcuni uccelli acq
tici ec. hanno poco corpo, molte piume, e l'ali m
to grandi per poter percuotere un più gran vol

d'aria, e non aver bisogno di gran velocità, la quale gli affaticherebbe troppo. Quelli al contrario che hanno un volo più corto, e meno frequente, hanno più carne, e ali in proporzione più picciole, e perciò hanno bisogno di percuotere l'aria con maggior velocità; il che li affatica, e gli trattiene di volar lontano. Se si paragoni pertanto il peso di un uomo colla forza che bisognerebbe che avesse ne' muscoli delle braccia per muovere ali proporzionate alla grandezza della sua massa, e con una velocità capace di sostenerlo in aria; si giudicherà la pazzia di coloro che hanno cercato mezzi per volare. Nè si dica che i palloni hanno provato essere questi mezzi possibili; perchè il caso è molto diverso. Un uomo è sostenuto in aria da un pallone, che è un corpo più leggero che non è un simil volume di fluido nel quale è immerso, e vi è sostenuto senza aver bisogno di adoprar veruna forza.

85 La resistenza che nasce della coesione delle parti ne' fluidi, eccetto quelli che sono glutinosi, non è molto sensibile in paragone dell'altra resistenza, che è in ragione de' quadrati delle velocità. Quanto la velocità è maggiore, tanto più le due resistenze sono diverse; e perciò ne' moti rapidi non bisogna considerare se non la resistenza, la quale è come il quadrato della velocità.

86 Se il mezzo è agitato, la sua resistenza sarà aumentata, o diminuita dal suo proprio moto:

aumentata se il mezzo si muove in senso contrario del mobile, diminuita ed ancora annullata se il mezzo ed il mobile si muovono nello stesso senso. Un pesce per esempio che risale il fiume, un uomo che va contro il vento, hanno ciascuno due resistenze da superare; l' una l'inerzia del volume del mezzo, che loro fa mestieri di smuovere, come farebbero in un fluido tranquillo; l' altra il moto acquistato dal fluido, la di cui direzione è in senso contrario alla loro. Per questo quando si fa muovere un corpo contro la direzione di un fluido, il di cui moto sia rapido, si diminuisce il suo volume quanto è possibile, per dar meno presa allo sforzo della corrente. Un vascello che ha il vento contrario ripiega le sue vele: quando il vento è troppo forte il mugnajo spoglia in parte l' ali del suo mulino.

87 Se il mobile, e il fluido che gli serve di mezzo hanno la stessa direzione, o hanno velocità eguali, o uno de' due ne ha più dell' altro. Nel primo caso la resistenza del mezzo è nulla: tale è un pesce che segue esattamente la corrente dell' acqua; tale è un pallone, che se ne va trasportato dal vento: nè l' uno nè l' altro prova resistenza veruna per parte del mezzo. Nel secondo caso quello de' due che ha più velocità ne comunica all' altro a spese di quella che egli ha. Una palla di cannone, per esempio, che parte nella direzione del vento, non trova tanta resistenza nell' aria, quanta ne troverebbe a tempo tranquillo, e la sua velocità è me

ritardata. Ma siccome ella va più veloce che il
to, bisogna sempre che si apra un passaggio in
sto mezzo che fugge davanti a lei con troppa len-
a. Ella prova dunque una resistenza, ma minore
se l'aria fosse tranquilla.

3 Quel che vi sarebbe di più interessante per noi
tivamente alla resistenza de'fluidi, sarebbe soprat-
o quella dell'acqua per i corpi che vi galleggia-
come una barca, un vascello ec. Questa resi-
za dipende I. Dalla densità del fluido II. Dal vo-
e del fluido che deve essere mosso. III. Dalla ve-
tà del mobile. IV. Dalla figura del mobile. V.
la larghezza è profondità del canale.

9 I. Questa resistenza dipende dalla densità del
lo; quanto più è grande questa densità tanto mag-
e è la resistenza. L'acqua di mare essendo più
sa dell'acqua di fiume, resiste più.

9. II. Dipende dal volume del fluido che deve es-
smosso in un tempo dato. Questo volume ri-
so dipende dalla superficie anteriore del mobile,
ello spazio percorso (76). Se l'urto del fluido
a superficie anteriore del mobile è perpendicolare
sua direzione, la resistenza è sensibilmente pro-
zionale all'estensione delle superficie. Ella au-
nta ancora in una ragione un poco più grande,
uel che aumenta l'estensione della superficie in
ghezza per i corpi che galleggiano; cioè se si
doppia la larghezza del battello, la resistenza è
poco più che dupla; perchè più questa superficie
arga, più il fluido ha difficoltà a smuoversi e ri-

mettersi a livello; lo che prova *l'agitazione* che a lora è maggiore. Ma questa resistenza aumenta t poco meno che non aumenta l'estensione della s perficie in profondità; cioè, se si raddoppia la pr fondità del battello, senza aumentare la sua la ghezza, la resistenza è un poco meno che dupla perchè allora il rimuovimento che si fa tutto alla s perficie del fluido è minore. In generale nella pra ca si può supporre, senza timor d'errore, che *resistenza perpendicolare, e diretta di una superfic piana, che si muove parallela a se stessa in u fluido indefinito, è uguale al peso di una colonn dello stesso fluido, la quale avesse per base l superficie percossa, e per altezza quella che è d vuta alla velocità, colla quale si fa la percossa.*

Ma se due piani differenti si muovono tutti du parallelamente a loro stessi nell'istesso fluido co differenti velocità, *le resistenze del fluido saran fra loro come i prodotti di questi piani per i quadr ti delle loro velocità.*

Se i fluidi, ne' quali questi due piani si muovo no non fossero della medesima specie, la ragio ne delle loro densità dovrebbe entrare nel calcolo Allora *le resistenze saranno in ragione composta d piani, delle densità de' fluidi, e de' quadrati dell velocità di questi piani*. Non bisogna tralasciar di fare così il calcolo, ancora quando si tratta c paragonare la resistenza di un fluido con quell di un altro fluido di differente densità. Per esem pio, supponendo de' piani dell'istessa estensione,

muoventisi colla stessa velocità, la resistenza dell' acqua è a quella dell' aria presso appoco come 811 e mezzo a 1, cioè nel rapporto delle densità di questi due fluidi.

Se i due fluidi fossero eglino stessi in moto o nel medesimo senso, o in senso contrario de' piani, *le resistenze sarebbero fra loro come i prodotti de' piani per li quadrati delle differenze, o delle somme delle velocità de' fluidi e de' piani.*

91 Nell' urto obbliquo la regola stabilita è che *la resistenze sono in ragione del quadrato del seno dell' angolo d' incidenza del fluido sul piano*. Ma questa teoria si allontana molto dalla pratica, quando gli angoli sono molto piccoli; e l'esperienza prova che la resistenza è maggiore di quel che non dà la teoria. Così questa teoria non può esattamente determinare le resistenze che provengono dagli urti obbliqui, anche quando s' introducesse in vece del quadrato ogni alta potenza del seno dell' angolo d' incidenza. La funzione generale del tempo, dello spazio, della superficie, e del seno dell' angolo d'incidenza, che dovrebbe essere idonea a rappresentare in tutti i casi la resistenza, è un oggetto di ricerca difficilissimo e ben degno dell' attenzione de' Geometri. Questa teoria non può nemmeno adoprarsi per trovare un solido della minore resistenza, il che sarebbe vantaggiosissimo per la costruzione de' vascelli, e li renderebbe i migliori velieri possibili.

Se si vuole paragonare la resistenza dell' urto perpendicolare a quella dell' urto obbliquo nello stesso

fluido, supponiamo che il fluido X percuota perpendicolarmente il piano A in quiete, e che il fluido Y percuota obbliquamente il piano B egualmente in quiete; allora la resistenza contro il piano A sarà alla resistenza contro il piano B, come il prodotto del piano A per il quadrato della velocità del fluido X, e per il quadrato del seno totale, è al prodotto del piano B per il quadrato della velocità del fluido X, e per il quadrato del seno dell'angolo d'incidenza del fluido Y sul piano B.

92 Per la tenacità dell'acqua e la coesione delle sue parti, e come ancora per gli attriti che produce; questa forza deve essere riguardata come infinitamente piccola rapporto alla resistenza che nasce dalla inerzia (85). Questa tenacità, e questo attrito non potrebbero divenire sensibili se non nel caso straordinario, in cui il vascello avesse una lunghezza eccessiva rapporto alla sua larghezza.

93 III. La resistenza de' fluidi dipende dalla velocità del mobile. Questa resistenza segue appresso appoco la ragione del quadrato delle velocità (83). A rigore ella cresce in ragione maggiore che il quadrato della velocità, perchè il fluido non dà luogo al mobile con bastante velocità, il che è provato dall'agitazione del fluido; ma la differenza non è grande.

94 IV. La figura del vascello contribuisce molto alla resistenza del fluido, su cui galleggia. La più forte resistenza viene dall'urto diretto e perpendicolare (90). L'urto obbliquo la diminuisce (91), e

tanto più quanto l'angolo della prora è più acuto; perchè più quest'angolo è acuto, più il seno dell'angolo d'incidenza del fluido è piccolo. Ma questo angolo molto acuto è incomodo; darebbe molta lunghezza al vascello e poco luogo nell'interno.

95 V. La resistenza del fluido dipende dalla larghezza, e dalla profondità del canale. Più i canali sono stretti, e poco profondi, più è grande la resistenza; perchè il fluido spinto dal battello ha minor libertà di passare dalla parte anteriore alla posteriore. La differenza può andare molto in là; e la resistenza può essere dupla, e anche tripla. E' dunque essenziale il dare a' canali da navigazione la maggior larghezza, e profondità possibile, senza però mettersi in una spesa uperflua.

Si deve scansare ancora, quando le circostanze locali non obblighino, di costruire canali sotterranei; perchè per dar loro le dimensioni richieste, costerebbero delle somme considerabili, tanto per l'estrazione della terra, che per la costruzione delle volte, che sono quasi sempre necessarie.

Resistenza degli attriti.

96 Si chiama *attrito* il passaggio che fa la superficie di un corpo sopra quella di un altro corpo. Ogni volta che queste due superficie sdrucciolano l'una sull'altra vi è dell'attrito, il quale oppone una re-

sistenza; perchè queste superficie, quantunque sembrino levigate, non lo sono mai perfettamente, ma sono sempre un' unione di piccole prominenze, e di piccole cavità. Io non ne eccettuo la stessa superficie di un diamante lavorato, perchè questa superficie è stata pullita con delle polveri che l'hanno quasi solcata: Questi solchi sono per dire il vero talmente piccoli, che i nostri occhi non li discernono; ma non per questo non esistono. Quando dunque queste due superficie si toccano, le prominenze dell' una entrano nelle cavità dell' altra; e per farle sdrucciolare l' una sull' altra bisogna o staccare le parti che attaccano, o sollevare il corpo per liberarle, ed in conseguenza vincere il peso di questo corpo. Ma o per superare il peso del corpo, o per istaccare le parti che attaccano vi bisogna una forza reale; e quel che resiste a questa forza si chiama *attrito*. Gli attriti dunque sono una resistenza reale al moto de' corpi.

97 La superficie di un corpo può percorrere la superficie di un altro corpo in due maniere, o strisciando semplicemente, o rotolando. Nel primo caso vi è una applicazione successiva delle stesse parti di una superficie a diverse parti dell'altra, come quando si fa sdrucciolare una tavola sopra un' altra. Nel secondo caso vi è un' applicazione successiva delle diverse parti d'una superficie a diverse parti dell'altra, come quando si fa ruzzolare una palla, o una ruota sopra il terreno. Per ciò si distinguono due sorte di attriti. Quando i corpi sdrucciolano l' uno sull' altro, si dice attrito

lla prima specie: quando uno ruzzola sull' altro, dice attrito della seconda specie. Queste due spedi attriti oppongono una resistenza, e rallentano moto de' corpi; ma la resistenza di quello della onda specie è minore di quella dell' altra, e produun minore effetto. Perchè per vincere la resistendell' attrito della prima specie, bisogna o sollevail corpo che striscia, o romperne le parti che atcano; mentre che in quello della seconda specie le ti che attaccano del corpo che ruzzola, si liscia, e si sgranano presso appoco come fanno i denti due ruote che girino l' una sull' altra. Perciò quanuno si trova ad una china ripida con un calesse, ritardarne la velocità e impedirne il precipizio, a una delle ruote. Con questo metodo si cambia l' rito della seconda specie in quello della prima, che siste assai più.

98 Vi è ancora maggior difficoltà a valutare la resinza degli attriti, che quella de' mezzi. Il passaggio una superficie sopra un' altra fa una resistenza tanpiù grande, e questo passaggio è tanto più ritartto, quanto queste superficie sono più ineguali; ma esta maggiore o minore ineguaglianza varia all' inito, ed è difficilissima a conoscersi. Le altre quà, cioè la grandezza delle superficie che si sfrega, la forza che preme queste superficie l' una sull' tra, la velocità colla quale si muovono, sono più cili a valutarsi: ma siccome il loro valore è relavo allo stato attuale delle superficie che si sfregano, questo stato è poco conosciuto, ci rimane sempre

dell' incertezza. Bisogna dunque per lo più contenta si di un presso appoco. Si costuma nelle gran mac chine di supporre un terzo di forza impiegata per s perare la resistenza degli attriti; e questo terzo al volte non basta.

99 *M. Amontons* (*Mem. dell' Accad. delle Scien ze, anno 1699 pag.* 206) ha creduto che per valuta re gli attriti non si dovesse aver riguardo alla gran dezza delle superficie che si sfregano, ma solo al forza che preme queste superficie l' una sull' altra, qual forza non è per lo più altro che il peso de' co pi che bisogna sollevare per farli sdrucciolare: per conseguenza quando un pezzo di legno, p es. ha più grossezza in un senso che nell' al tro, è indifferente strascinare questo pezzo d legno sulla sua grande o piccola superficie, che in tutti due i casi la resistenza degli attriti è eguale perchè il peso di questo pezzo rimane sempre lo stes so, ed è distribuito a tutte le parti della superfi che sfrega; in manieracchè se questa superficie ch sfrega è più grande, vi sono per dire il vero più par che fanno attrito, ma fanno meno attrito che se ne fosse un minor numero, e che fossero più cariche di peso. *M. Amontons* ha appo giata la sua opinione ad esperienze ingegnos de a raziocinj speciosi. Pure l' esperienza pr va egualmente che vi sono de' casi, ne' qua bisogna valutare qualche cosa la grandezza de le superficie: quantunque l' aumento delle s perficie che sfregano accresca molto meno la r

sistenza

istenza degli attriti, di quello che ne faccia l' au-
nento delle pressioni. In fatti la prima causa degli
triti è l' ineguaglianza delle superficie *(96)*: crescen-
o la grandezza di queste superficie, si fa crescere
l numero di queste ineguaglianze: poichè si
umenta la causa, deve aumentarsi ancora l' effet-
o.

100 Oltre la pressione e la grandezza delle super-
ie, si deve ancora fare entrare la velocità nella
lutazione degli attriti; perchè se si aumenta la ve-
ità, è evidente che la superficie, che sfrega, face-
o più cammino in un tempo determinato, le sue
ominenze saranno in questo tempo o piegate, o
otte, o liberate in maggior numero, e in conseguen-
a il corpo sollevato più spesso, il che aumenta la
sistenza. Egli è però vero che questo aumento di
esistenza, che viene dalla velocità colla quale si
uno sfregare le superficie ha i suoi limiti, al di là
quali si può accelerare la velocità, senza che gli
triti crescano; talchè si può dire in qualche manie-
a che aumentando la causa non si aumentano più i
oi effetti; il che ha bisogno di essere spiegato. Per-
ò supponiamo che D E, ed F G *(fig. 6.)* rappresen-
no due superficie di corpi duri, le di cui inequa-
anze quasi insensibili, (quantunque nella figura
ppresentate in grande) sieno ingranate le une nelle
tre; che la pressione che le congiunge agisca nella
rezion A B, perpendicolare a quella, che hanno i
e corpi quando sfregano l' uno sull' altro. E' evi-
nte che il corpo D E non può muoversi secondo la

direzione B C senza che le sue parti elevate *e*, *f*, *h*, non si liberino dalle cavità nelle quali esse incastrano, il che non può farsi senza che il corpo intiero D E sia sollevato contro lo sforzo della pressione. Se questa pressione fa ricadere queste prominenze nelle cavità che seguono in maniera che *e* escendo 1 ricada in 2, poi in 3 ec. è chiaro che lo sforzo che bisognerà fare per sollevare il corpo D E si ripeterà tante volte, quante saranno le prominenze, e le cavità; e il corpo D E farà in un tempo dato più cammino, quanto più saranno frequenti questi inalzamenti, e queste ricadute. Ma se la velocità è grande a segno che le prominenze una volta liberatesi, passino più cavità senza ricadervi, che per esempio la parte *e* essendosi liberata dalla cavità 1, in vece di ricadere nella 2, sia trasportata fino alla 3, o fino alla 4, si concepisce facilmente che il corpo che sfrega D E potrà percorrere 2, o 3 volte tanta superficie sopra F G senza che le sue prominenze vi restino più frequentemente incastrate; in qual caso la resistenza dell' attrito non sarà aumentata, quantunque la velocità lo sia.

Abbiamo detto (98) che era difficilissimo valutare giustamente la resistenza degli attriti. Vediamo almeno qual che l'esperienza provi di certo relativamente a questa resistenza.

101. I. *L' attrito della prima specie produce una resistenza molto più grande di quella che produce l'attrito della seconda* (97). Per assicurarsene si faccia la seguente esperienza.

rienza. Mettete sopra una tavola un pezzo di
pulito, o no; che pesi 50, o 60 libbre. Pro-
smuoverlo colla mano; vi troverete una gran
ıza. Qui succede un attrito della prima specie
Mettete di poi fra la tavola e questo pezzo di
due cilindri o rulli di legno, ed essi cange-
l'attrito, che era della prima specie in quello del-
nda (97), e con una piccola forza muoverete il
. Dunque ec. Con quetto metodo si fanno
ıare sul terreno grossi pezzi di pietra; che
far così non potrebbero smuoversi sì facil-

i gli attriti dunque tendono a distruggere il
corpi; ma quello della prima specie ha degli
più considerabili che quello della secouda spe-
uesti effetti degli attriti si trovano dappertutto;
la principal cagione dell' alterazione è consu-
nostri abiti, mobili ec. I ferri de' cavalli
consumano eglino fregando sul terreno, egual-
che i cerchi delle ruote? Ecco quel che in par-
ministra quella porzione di ferro che si mesco-
ınnerisce il fango delle gran città, dove pas-
olti cavalli, e frequenti carrozze, carriaggi

e gli attriti ci sono spesso nocivi, ci sono
alche volta utili; e le arti sanno rivolgerli
vantaggio. Una lima non agisce che per il
ito aumentato dalla pressione. E' una super-
na di scabrosità che s' insinuano nelle parti del
ıe si lavora, e ne le staccano. Si può dire

lo stesso delle macine, e delle pietre da arr
ec.

103 Quando la resistenza degli attriti è t
grande si diminuisce molto spalmando le superfici
sfregano con qualche materia grassa, come qu
si mette dalla sugna fra l' asse e il mezzo di
ruota. Ciò produce due effetti che contribuiscon
diminuzione della resistenza dell' attrito I. Q
materia grassa riempie in parte le cavità, e così
de minori le ineguaglianze delle superficie; II.
che avanza di questa materia grassa, e che non
in quelle cavità fa l' equivalente de' rulli de'
abbiamo di sopra parlato (101), e cangia in a
della seconda specie quel che era attrito della
ma.

104 II. *La resistenza degli attriti cresce p
aumento delle superficie che sfregano*, come lo
la seguente esperienza.

Esperienza. Mettete sopra una gran tavola u
zo di legno che sia più largo che grosso, abbia
esempio 6 pollici di larghezza, e 3 di grossezza
mezzo di un anello fisso a uno de' capi attacc
una corda, che farete passare sopra una puleggia
sata sull' orlo della tavola, alla qual corda vi s
peso un piatto da bilancia. Mettete in questo
tanti pesi, quanti ve ne abbisogneranno per far
vere il pezzo di legno facendolo sfregare, I. sull
cia maggiore; II. sulla più piccola. Vedrete c
vorrà un maggior peso nel primo caso che nel s
do; dunque ec.

i fatti le ineguaglianze delle superficie sono la
ia causa degli attriti (96): aumentando l' esten-
ie delle superficie che sfregano si fa crescere il
iero di queste ineguaglianze. Si aumenta la cau-
deve dunque crescere l' effetto. Ma questo effetto
è cresciuto tanto quanto l' estensione della su-
icie; perchè una superficie dupla non produce una
stenza dupla. Succede ancora talvolta che l' au-
ito di questo effetto non è sensibile, come in cer-
piccole macchine ben lavorate; ma non succede lo
so nelle gran macchine, dove bene spesso i pezzi
le compongono non sono che dirozzati.

95 L' aumento delle resistenze prodotto dalle su-
ficie che sfregano ha luogo ancora ne' fluidi. La
o velocità è tanto più ritardata, quanto più estese
no le superficie che sfregano. L' esperienza fa ve-
e che i getti d' acqua (che non s' inalzano se non
la velocità acquistata dell' acqua nel discendere)
lzano tanto meno, quanto più sono piccoli i tu-
perchè allora la superficie sfregante è proporzio-
mente più grande. Poichè la superficie di un gros-
tubo, quantunque più grande di quella di un
colo, pure è minore relativamente alla sua capa-
. Supponiamo due tubi cilindrici uno de' quali ab-
ollici di diametro, e l' altro un pollice; è dimo-
to che la superficie del grosso non è se non che
la di quella del piccolo, mentre la sua capacità è
drupla; vi abbisognerebbero dunque quattro picco-
tubi di un pollice di diametro per contenere tutta
cqua che contiene il grosso; e le superficie di que-

sti quattro tubi presi insieme sarebbero duple de superficie del grosso. Dunque più piccoli sono i bi, maggiori sono le superficie che sfregano, rela vamente al volume d'acqua che vi passa. Per stessa ragione i fiumi scorrono più lenti quando acque sono basse; le superficie che sfregano sono lora più grandi relativamente al volume dell'acqu Perchè supponiamo che A E F B (*fig.* 7) sia il glio del letto di un fiume, e che non vi sia a acqua che all'altezza C D, le superficie che sfre no sono il fondo E F, e le due parti laterali C e D F: raddoppisi la quantità dell'acqua supponend la all'altezza A B; le superficie non saranno mentate che delle due parti A C, e B D: le su ficie sfreganti laterali saranno raddoppiate, ma n il fondo.

106. III. *La resistenza degli attriti cresce per aumento della pressione.*

Esperienza. Servitevi dello stesso apparecchio d esperienza precedente (104). Dopo aver provato q le è il peso necessario per fare avanzare il pezzo legno che sfrega sulla faccia di 6 pollici, carica questo pezzo di legno di un peso eguale al suo: avrete così duplicata la pressione del pezzo di le sulla tavola. Per farlo muovere in questo secon caso vi bisognerà dunque un peso molto più gra che nel primo. Dunque ec. La ragione di ciò s che le parti s'internano tanto più profondamen quanto la pressione è maggiore: elleno resistono d que di più alla forza che tende a separarle.

107 IV. *A proporzioni eguali la resistenza degli attriti cresce molto più per l' aumento della pressione, che per l'aumento delle superficie che sfregano*; cioè, questa resistenza si aumenta più duplicando o triplicando la pressione, che duplicando o triplicando l'estensione delle superficie che sfregano.

Ciò è provato da quel che si è detto. Abbiam veduto (104) che una superficie doppia non oppone se non che una resistenza poco maggiore di quella, che oppone una superficie semplice; ed abbiamo osservato (106) che una pressione doppia produce una resistenza molto più grande. Dunque ec.

108. Ecco tutto quello che l'esperienza c' insegna relativamente alla resistenza degli attriti. E' dunque difficilissimo, come abbiamo già detto (98), e forse impossibile di determinarne giustamente il valore; perchè questo valore dipende sempre dallo stato attuale delle superficie che sfregano, il quale non è mai bastantemente conosciuto. Frattanto si dà molto vicino al vero se si valuta la resistenza dell' attrito della prima specie a un terzo della pressione.

109. Ma se si avesse un interesse reale di conoscere esattamente il valore della resistenza dell' attrito di due pezzi determinati, si potrebbe conoscerlo giustamente nella seguente maniera. Faremo vedere in seguito (543) che la forza necessaria per sostenere un corpo sopra un piano inclinato che fosse perfettamente pulito, e non producesse alcun attrito, sta al peso del corpo, come l'altezza del piano è alla sua lunghezza. Fate dunque un piano inclinato dell'una

de' due corpi, dell'attpito de' quali volete conoscere il valore: posatevi l'altro sopra, e date a questo piano una inclinazione tale, che l'attrito del piano, e la gravità del corpo che vi è di sopra, siano precisamente in equilibrio. In questo caso la resistenza dall'attrito di questi due corpi sarà al peso del corpo situato sul piano, come l'altezza del piano è alla sua lunghezza. Se, per esempio, il piano ha 10 piedi di lunghezza e 4 di altezza, la resistenza dell'attrito sarà eguale a quattro decimi del peso del corpo.

110. Da tutto ciò che abbiamo detto della resistenza de'mezzi, e di quella degli attriti si deve conchiudere che nello stato naturale delle cose non si può avere alcun moto meccanico inalterabile; poichè queste due resistenze che sono inevitabili sono altrettante cause che esigono ad ogni istante che i corpi impieghino, per superarle, una parte del loro moto Per quanto grande sia la quantità di moto che loro si avrà dato, siccome, per questa ragione anderà sempre diminuendo, verrà un istante in cui non ne resterà più. Il moto perpetuo meccanico è dunque dimostrato impossibile, e quelli che si ostinano a cercarlo, e con questa veduta moltiplicano le spese, perdono il tempo, e il denaro, e provano evidentemente la loro imperizia.

II. *Legge del moto semplice.*

11. *I cambiamenti che succedono al moto di un po sono sempre proporzionali alla causa che li pro-e.*

Una forza, quando agisce, non può produrre che llo di cui è capace; ed ella produce sempre tut-ciò di cui è capace, quando un'altra forza non vi pponga. L'effetto sarà dunque sempre proporzio-e alla causa. Ciò è troppo semplice ed evidente, erò non merita una più ampla spiegazione.

III. *Legge del moto semplice.*

12. *Le reazione è sempre eguale all' azione, o al-compressione.*

Quando un corpo in moto, o che tenda a muo-si agisce sopra di un altro corpo, lo comprime, e st' ultimo esercita scambievolmente sul primo una pressione eguale. Per es. se appoggio la mia ma-sopra un piatto vuoto di bilancia; e che tengo e-librate 10 libbre di piombo, che suppongo nell'al-piatto; la mia mano è compressa quanto se te-se sopra di se 10 libbre di piombo. La reazione queste 10 libbre di piombo contro la mia mano è que eguale all' azione della mia mano.

la, si dirà: se la reazione fosse sempre eguale azione, mai un corpo non potrebbe muoverne un); queste due azioni eguali ed opposte si distrug-

gerebbero scambievolmente; e così nascerebbe l'equilibrio. Perchè, come può egli fare un corpo a muoverne un altro, se questo secondo spinge il primo in senso contrario con una forza eguale a quella che impiega il primo a spingere l'altro? Si deve a ciò rispondere: che quando un corpo ne spinge un altro, e che lo fa avanzare, il primo non impiega che una parte della sua forza a vincere la resistenza che gli oppone il secondo, e che dopo avere sormontata questa resistenza, gli resta ancora un' altra parte della sua forza che può adoprare per fare avanzare il corpo. Come nel surriferito esempio, quando sostengo colla mia mano la dieci libbre, la mia mano non impiega che uno sforzo di 10 libbre per sostenerle: e se voglio sollevarle, impiego la forza che mi rimane, Così quantunque le forze sieno ineguali, l' azione e la reazione sono sempre eguali. La ragione di questa eguaglianza dell' azione e della reazione in tutti i casi si è, che un corpo non saprebbe impiegare un grado di forza per sormontare la resisstenza di un altro corpo, senza perderne egli stesso una quantità eguale a quella che v' ha impiegata.

CAPITOLO III.

Delle Cause che cangiano la direzione del Moto.

113 DOpo aver trattato delle cause assolutamente inevitabili in natura, che ritardano a ciascun momento la velocità de' corpi in moto, parleremo ora di quelle che ne cangiano la direzione.

Se un corpo in moto cangia di direzione, ciò succede perchè vi è costretto da un ostacolo: perchè, secondo la prima legge (74); tende a perseverare nel suo stato. Vi sono tre sorte di ostacoli, che possono produrre un cangiamento nella direzione del moto de' corpi. I. Un ostacolo, nel quale il mobile possa aprirsi un passaggio. II. Un ostacolo impenetrabile e fisso, come una materia solida, che oppone al mobile tutta la sua massa, per motivo dell'unione delle sue parti, e della sua aderenza al terreno su di cui posa. III. Un ostacolo impenetrabile al mobile, ma che nel tempo stesso può essere smosso dall'urto.

Cangiamento di direzione prodotto da una materia fluida, o Refrazione.

114 Questo cangiamento di direzione, chiamato refrazione, è la deviazione che soffre un corpo che passa obbliquamente da un mezzo in un altro più o meno resistente di quello da cui sorte; in maniera che la sua nuova direzione faccia angolo colla prima al punto di contatto de' due mezzi e paja come rotta, da che nasce il nome *Refrazione*. Vediamo quali sono le condizioni essenziali perchè un corpo in moto soffra questa specie di deviazione, quale è la causa della refrazione de' corpi.

115 Se un mobile passa da un mezzo in un altro, per es. dall' aria nell' acqua, o dall' acqua nell' aria, questi mezzi non essendo egualmente da lui penetrabili o per la differenza delle loro densità, o per qualche altra causa, l' uno gli opporrà più o meno resistenza che l' altro. Questa maggiore, o minore resistenza che produrrà il novo mezzo (che chiameremo, *mezzo refringente*, farà lasciare al corpo la sua prima direzione, supposto che vi entri obbliquamente; e ciò si chiama *Refrazione*. Supponiamo un gran bacino pieno d' acqua il di cui taglio sia rappresentato da A B D C (*fig.* 8). Un corpo non può dirigersi verso la superficie A C dell' acqua che in due maniere; o per una perpendicolare al piano che separa i due mezzi, come P F; o per una linea più, o meno obbliqua a questo stesso piano, come una

linea presa fra P F e C F, per terminare in F; perchè se il corpo seguisse la linea C F, o qualunque altra linea che le fosse parallela, è evidente che non entrerebbe mai nell'acqua, ed in conseguenza non cangerebbe mai mezzo. Se un corpo sferico E giugnè alla superficie dell'acqua per la perpendicolare P F, l'esperienza prova che egli continua a muoversi per F *p*, ed in conseguenza non soffre alcuna refrazione. Ma se segue una linea obbliqua, come *e* F; appena è giunto in F, l'acqua che comincia a toccare diviene per lui un mezzo refringente, e l'esperienza prova ancora che in vece di continuare il suo cammino in linea retta, e andare da F in G, riceve una nuova direzione che fa angolo colla prima al punto F, e che lo porta più alto che il punto G, come per es. da F in H, allontanandolo dalla perpendicolare F *p*. Questo mobile soffre dunque in tal caso una refrazione, la quale lo allontana dalla perpendicolare al piano che separa i due mezzi.

116. La refrazione si farebbe in senso contrario, quando il mobile passasse dall'acqua nell'aria, o generalmente da un mezzo denso in uno più raro, da un mezzo più resistente in uno meno resistente. Se, per es. avesse descritta nell'acqua la linea H F, non continuerebbe nell'aria il suo moto in linea retta per la linea F K; la refrazione che soffrirebbe al punto F gli farebbe prendere una nuova direzione, e lo porterebbe ad un punto più alto che il punto K, come, per es. in *e*; e lo farebbe avvicinare alla perpendicolare P F.

117. La refrazione dipende adunque da due condizioni assolutamente essenziali, e senza le quali non ha luogo. La prima è il passaggio del mobile da un mezzo in un altro più o meno resistente; la seconda è l'obbliquità d'incidenza per parte del mobile. Se dunque il mobile passa obbliquamente da un mezzo meno resistente in un mezzo più resistente, si rifrange allontanandosi dalla perpendicolare immaginata al piano che separa i due mezzi, facendo il suo angolo di refrazione più grande che il suo angolo d'incidenza. Ma se il mobile passa obbliquamente da un mezzo più resistente in un meno resistente, si rifrange avvicinandosi alla perpendicolare immaginata al piano che separa i due mezzi; in una parola facendo il suo angolo di refrazione più piccolo del suo angolo d'incidenza.

Ecco i fatti che ci somministra l'esperienza: vediamone ora le ragioni.

118. Abbiamo detto (115) che quantunque vi sia cangiamento di mezzo, se non vi è obbliquità d'incidenza, cioè se il mobile E arriva per la linea P F perpendicolare alla superficie A C del mezzo refringente, non vi è veruna refrazione, ed eccone la ragione. Supponiamo che il mobile M (*fig.* 9) arrivi dal punto *m* al vaso pieno d'acqua N T *t n* per la linea P *p* perpendicolare alla superficie N *n* dell'acqua. Questo mobile si trova successivamente nell'aria, e nell'acqua, e non prova resistenza per la parte de' mezzi, se non che sul suo emisfero inferiore N P *n*. Fin tanto che è nell'aria (che noi sup-

poniamo in quiete, e di una densità uniforme) le resistenze che prova da una parte sono compensate da quelle che prova dall' altra; la sua velocità è ritardata egualmente in tutti i suoi punti, il suo centro non deve dunque deviar punto dalla linea *M m*. Lo stesso si può dire quando si considera il mobile intieramente immerso nell' acqua; solamente la resistenza di quest' ultimo mezzo è più grande di quella del primo: essa ritarda maggiormente la velocità del mobile, ma non lo fa deviare dalla sua prima direzione; poichè agisce egualmente da tutte le parti. Si può ancora applicare lo stesso raziocinio al suo passaggio dall' aria nell' acqua; perchè quando il mobile comincia ad immergersi, l' acqua resiste direttamente in O in una direzione che passa per il centro M: immergendosi fino in S *s*, le resistenze che prova da S in O sono compensate da quelle che prova da O in *s*. parimente immergendosi ancora più S R, R N, e le loro corrispondenti *s r*, *r n* partecipano pure successivamente ed egualmente la resistenza del nuovo mezzo. Queste resistenze da una parte e dall' altra si fanno dunque equilibrio, e questo equilibrio mantiene sempre il centro M nella linea P *p*. Il che prova che l' obbliquità d' incidenza per la parte del mobile è una condizione assolutamente essenziale per la refrazione, poichè senza di quella il mobile continua il suo moto nella sua prima direzione, quantunque passi da un mezzo in un altro di una diversa resistenza.

119. Ma non è così quando il mobile si presenta obbliquamente al piano che separa i due mezzi (115).

Supponiamo che il mobile M (*fig.* 10) arrivi dal punto *m* alla superficie dell' acqua nella direzione S T obbliqua a questa superficie. Fino che è affatto nell' aria, come in *m*, gli ostacoli che si presentano al suo emisferio anteriore *n o p* agiscono egualmente da tutte le parti, come abbiamo detto di sopra (118). Questa eguaglianza mantiene il mobile nella direzione *m* O; ma quando egli passa dall' aria nell' acqua, questo stesso emisfero N O P per tutto il tempo della sua immersione riscontra degli ostacoli più difficili a superarsi da una parte che dall' altra; perchè il punto R, venendo a toccar l' acqua, prova più resistenza che non prova il suo corrispondente Q, che continua a muoversi nell' aria. Ma un mobile si porta sempre dalla parte dove trova minor resistenza. Essendo rotto l' equilibrio fra gli ostacoli dell' una parte e dell' altra, il centro M si porta dalla parte de' più deboli, e comincia a deviare dalla sua prima direzione S T. La velocità del mobile essendo rallentata sempre più dalla di lui immersione nell' acqua, ed il mobile provando sempre più resistenza nella parte O R P, che nella parte corrispondente O Q N, fino che il suo emisferio anteriore N O P sia affatto immerso, il suo centro M lascia sempre più la sua prima direzione, e discende per una piccola curva M V, il di cui ultimo elemento V comincia la nuova direzione V X, il che lo allontana dalla perpendicolare A B immaginata alla superficie dell' acqua, e rende l' angolo di refrazione maggiore dell' angolo d' incidenza.

120. Se il mezzo Y, in cui si muove da principio il mobile fosse più resistente del mezzo *Z* nel quale passa (116), il mobile M soffrirebbe una minore resistenza nella parte O R P, che nella parte O Q N; la curva M V sarebbe rivolta in senso contrario, il che riavvicinerebbe la nuova direzione alla perpendicolare A B, e renderebbe l'angolo di refrazione minore dell'angolo d'incidenza.

121. La refrazione è suscettibile del più e del meno. La differenza che produce fra gli angoli d'incidenza e di refrazione può essere maggiore o minore, secondo le circostanze. Questo più o meno dipende I. dal grado di obliquità col quale il mobile arriva al mezzo refringente; II. dal grado di densità di questo mezzo refringente; III. dalla grandezza del mobile; IV. dalla velocità del mobile.

122. I. Abbiamo veduto (118) che la refrazione è nulla quando la direzione del mobile è perpendicolare alla superficie del mezzo refringente: comincia essa coll'obliquità d'incidenza (119), e aumenta con lei, proporzionalmente a lei. Perchè, se il mobile in vece di seguitare la direzione S T, per arrivare al mezzo refringente seguitasse la direzione *s t* più obliqua della prima, soffrirebbe una maggior refrazione; perchè in questo caso la parte O R P dell'emisfero posteriore sarebbe intieramente immersa nell'acqua, mentre che la parte O Q N sarebbe intieramente immersa nell'aria. La differenza delle resistenze sulle parti corrispondenti sarebbe maggiore; dunque la refrazione aumenta con l'obliquità d'incidenza. II.

Essa aumenta ancora proporzionalmente a que obliquità; perchè se in diversi casi supponiamo stesso mobile, e gli stessi mezzi, sieno quanti si v gliono i gradi d' obliquità, colla quale il mobile a va al mezzo refringente, vi sarà in tutti i casi stesso rapporto fra gli angoli d' incidenza e di ref zione. Per esempio nelle due incidenze diversamer oblique A C, e B F (*fig.* 11), se si paragonino angoli d' incidenza A C P, e B F D cogli angoli refrazione *a* C *p*, e *b* F *d*, che si misurano dalle nee P A, D B, *a p*, *b d*, che ne sono i seni, vedrà che se A P è ad *a p* come 2 a 3, le due lin simili D B, e *b d* che rappresentano il caso di m refrazione maggiore, sono egualmente nello stes rapporto fra loro: dunque a cose eguali la refrazio aumenta proporzionalmente all' obliquità d' incide za.

123. Quando l' incidenza è molto obliqua succe spesso che il mobile in vece d' immergesi nel mez refringente si riflette come se cadesse sopra un pia solido. Ciò accade ad una palla di cannone tira obliquissimamente alla superficie dell' acqua: in t caso l' acqua le niega per un certo intervallo il pa saggio, e le da luogo di continuare il suo moto nell aria, e si riflette sull' acqua, come farebbe sopra corpo solido; e per le stesse ragioni (132). Ciò vedere che non sarebbe sicuro chi si trovasse nel direzione del moto riflesso di una palla di moschi to, o di cannone che fosse tirata obliquissimamen alla superficie dell' acqua.

124. II. La grandezza della refrazione dipende ancora dalla densità maggiore o minore del mezzo refringente, tutte l'altre cose eguali. Supponiamo il medesimo corpo lanciato collo stesso grado di obliquità successivamente verso diversi mezzi di diverse densità. Quel mezzo che sarà più denso produrrà maggiore refrazione. Perchè la refrazione è prodotta, come lo abbiamo di sopra provato (119), dalla differenza della resistenza de' due mezzi, ciascheduno sulla superficie anteriore del mobile che vi corrisponde: Ma questa differenza è tanto più grande quanto più è denso il mezzo refringente, quella dell'altro rimanendo la stessa: Dunque ec.

125. III. La grandezza della refrazione dipende ancora della grandezza del mobile; perchè come abbiamo detto (124), la refrazione è prodotta dalla differenza della resistenza de' due mezzi ciascuno sulla superficie anteriore del mobile che vi corrisponde. Ma la resistenza del mezzo refringente dell'acqua, per esempio, è tanto più grande, quanto le sue parti sono urtate in maggior numero, ed esse sono urtate in tanto maggior numero, quanto più il mobile ha di volume. Un mobile, per esempio, sferico arrivando alla superficie dell'acqua non la tocca in un sol punto, ma sempre con un segmento; e questo segmento urta un numero di parti tanto maggiore, quanto egli è parte di una sfera più grande, che ha più estensione con meno convessità: soffre dunque più resistenza dalla parte dell'acqua, il che produce una maggior refrazione. In fatti siccome vi è una maggior

resistenza per parte del mezzo refringente; che fa sì che in certi casi il mobile abbia un moto riflesso, e non refratto; così *l'Abate Nollet* ha osservato che una palla di 6 linee diametro entrava nell' acqua quando la sua direzione faceva un angolo di 6 gradi colla superficie dell' acqua, mentre una più grossa con eguale incidenza era reflessa; e una palla di canonne è riflessa sicuramente sotto un angolo più aperto, il che prova che la resistenza diviene maggiore a misura che aumenta la grandezza del mobile.

126. IV. Si deve valutare che la velocità, colla quale il mobile arriva alla superficie del mezzo refringente, influisce sulla grandezza della refrazione. Perchè la resistenza de' mezzi non aumenta soltanto come la velocità colla quale si urtano, ma presso appoco come il quadrato di questa velocità (83). La resistenza del mezzo refringente è dunque maggiore quando è urtato con una maggior velocità, il che aumenta la refrazione.

127. Ne viene da tutto quel che abbiamo detto, che per misurare la refrazione di un corpo bisogna aver riguardo a quattro cose: I. al grado di obliquità, col quale il mobile arriva al mezzo refringente: II. al grado di densità di questo mezzo. III. alla grandezza del mobile. IV, alla velocità, colla quale si muove.

Cangiamento di direzione prodotto da un ostacolo impenetrabile e fisso, ossia Riflessione.

128. Questo cambiamento di direzione è quello che riceve un corpo in moto, quando incontra un ostacolo per lui fisso, e impenetrabile che l'obbliga a ritorcere il cammino, e lo fa ritornare dopo l'urto. La vera causa di questo cambiamento di direzione è l'elaterio de' corpi; così se i corpi non avessero punto di elaterio, non vi sarebbe veruna riflessione. Non vi sono dunque che i corpi elastici che possano essere suscettibili di questo moto riflesso. Ma tutti i corpi elastici non sono tali egualmente (32, 33); non ve ne è alcuno, se si eccettui la materia della luce, e i fluidi aeriformi, che lo siano perfettamente. Frattanto per rendere la teoria più semplice supporremo che i corpi o non abbiano punto di elaterio, o abbiano un elaterio perfetto, e in conseguenza sieno capaci di una perfetta reazione.

129. Se i corpi non hanno elaterio, non vi è moto riflesso. Fate cadere un corpo su della terra molle, questo corpo vi scaverà una cavità, e perderà tutto il suo moto. Quando comincia a toccare la terra molle ha una certa quantità di moto acquistato nella sua caduta, ed a scapito di questo moto smuove una porzione di terra. Egli dunque non deve cessar di muoversi, se non quando le parti che ha incontrate

dono a dirigerlo come sono dirette elleno stesse p ristabilirsi. La parte B che è stata affondata la prim si ristabilisce avanti le altre, e spinge il mobile nella direzione A F, direzione dalla quale non d ve mai deviare, perchè le sue parti corrispondenti tanto da una parte che dall'altra, obbediscono a re zioni simili. Di più questa parte B è riportata in con una velocità eguale a quella colla quale ne stata rimossa. Tanto la sua velocità, che quella de mobile C, che ella spinge avanti di se, è dunqu accelerata nella stessa proporzione, secondo la qua le è stata in principio ritardata; talmente che quand per questa reazione il mobile C è ritornato tangent alla superficie D E, ha una velocità eguale a quell che aveva in principio nell'arrivare a questa superfi cie; e in conseguenza una forza capace di portarl da A in F in un tempo eguale a quello impiegato venire da F in A. Abbiamo detto che il mobile C ar riva alla superficie D E per una linea F A perpendi colare a questa superficie, e che fa con essa un an golo retto: per quel che abbiam detto in ultimo luo go si vede che questo mobile risale per la medesim linea; dunque in questo caso il suo angolo di rifles sione è eguale a quello della sua incidenza.

132. Ma spesso accade che il mobile cade obliqua mente sull'ostacolo, ed allora cangia direzione, risale per altra strada, perchè le sue parti corrispon denti provano resistenze ineguali. Supponiamo che mobile I. (*fig.* 13.) arrivi alla superficie R S per un linea obliqua T M, facendo con questa superficie

lo T M S. Supponiamo ancora che il mobile I erfettamente duro, e che l'ostacolo R S sia pernente elastico. Il mobile I in principio tocca l' olo col punto *i*, il che comincia a ritardare la velocità; indi producendo la cavità *i p*, che supamo essere il valore del suo sforzo, tocca ad oistante una superficie maggiore, agisce sopra un gior numero di parti, e su parti sempre più resi-ti, essendo state condensate dalla compressione ata ne' primi istanti: in maniera che la sua veà è ritardata da delle quantità, che vanno semaumentando (131), il che fa sì che il suo cenin vece di discendere per una linea retta, discener una curva I M. Quando il mobile ha consuo tutto il suo moto, le parti compresse ed affon- non essendo più ritenute si ristabiliscono succivamente, e secondo l'ordine col quale sono staompresse; perciò la velocità del mobile salendo celerata nella stessa proporzione, secondo la qua- stata ritardata discendendo (131); il che fa sì il centro del mobile risale per la curva M P permente simile alla curva M I per la quale è di-. E siccome l'estremità I della linea T I della incidenza è il principio della prima curva I M, l'estremità P della seconda curva M P è il prin- della linea P Q della sua riflessione; il che e l'angolo di riflessione Q M R perfettamente le all'angolo d'incidenza T M S.

eguaglianza di questi angoli d'incidenza e di rione si dimostra in una maniera geometrica, fa-

cendo uso di un principio che fra poco adopreremo (162), cioè che il mobile che percorre la linea T M, si comporta come s' egli obbedisse a due potenze, una delle quali potrebbe farlo avanzare la quantità T V, mentre l' altra lo potrebbe far discendere la quantità T S. Se quando è giunto in M, una causa qualunque gli toglie tutta la sua velocità d' alto in basso, senza nulla diminuire della sua velocità orizontale, deve percorrere la linea M R, in un tempo eguale a quello che ha impiegato per andare da T in M, perchè non è guidato che da una potenza. Ma in vece di questa supposizione sola, se quando il mobile è in M, la potenza che lo fa discendere d' alto in basso si converte in un'altra potenza di eguale forza, ma che lo sollecita a muoversi di basso in alto: sarà di nuovo guidato da due potenze, una delle quali sarà M V, e l'altra M R, ed ei seguirà la diagonale M Q, che fa necessariamente col piano R un angolo eguale a quello che fa nel medesimo piano la diagonale. T M; poichè sono le diagonali di due parallelogrammi eguali e similmente disposti. Ma noi abbiamo veduto di sopra (131) che il moto d' alto in basso si cangia a pari grado in un altro di basso in alto, e che gli è direttamente opposto dunque ec.

133. Abbiamo supposto il mobile perfettamente duro, ed abbiamo avuto riguardo all' elaterio del piano che lo riflette; i medesimi effetti avrebbero luogo se il piano fosse perfettamente duro ed il mobile fosse elastico; perchè nell' urto s' appianerebbe, e

rti compresse ristabilendosi si appoggerebbero sul ano, e rispingerebbero il mobile con una velocità uale a quella colla quale sarebbero state compres-, ed in un senso contrario. E' vero che niuna di ieste supposizioni rappresenta la natura. Non vi è rpo perfettamente duro, e tutti hanno più o meno asticità (33). Così ogni volta che vi è riflessio-e, il mobile e l'ostacolo vi hanno parte tutti due, ascuno secondo il suo grado di elasticità.

134. E' stato posto in questione se vi sia qualche is-ante di quiete fra l'incidenza e la riflessione. Alcu-i fisici sono stati per l'affermativa, altri per la ne-ativa. Per decidere questa questione bisogna sapere ome ciascuno l'ha intesa. E' certo che un corpo a olla che colpisca un piano si tende e si schiaccia ap-oco appoco, cangiando di figura, e consuma appoco ppoco tutto il moto che aveva e che impiega per ten-ere la sua molla. Quando una volta la molla è in-eramente tesa, e il corpo ha perduto tutto il suo oto la molla si scarica immediatamente senza che i sia intervallo veruno tra l'ultimo termine del cari-rsi ed il principio dello scaricarsi. In fatti qual do-rebbe esser la causa che facesse sì che la molla re-asse tesa, quando il moto del corpo è intieramente essato, e che nulla si oppone al di lei scaricarsi? Si caricherà dunque immediatamente, e per gradi re-ituirà al corpo tutto il moto che aveva perduto, pre-isamente come un pendulo che ricade dopo avere nel ilire consumato tutto il suo moto (258). Non vi sa-

tà dunque alcuno intervallo fra l'ultimo termine de caricarsi, che si può riguardare come l'ultimo termine dell' incidenza, e il principio dello scaricarsi, che si può riguardare come il primo momento della riflessione. Ma se si vuole prendere per istante d' incidenza quello in cui il corpo viene a toccare il piano, e istante di riflessione quello in cui il corpo lascia intieramente il piano, è evidente che vi sarà un intervallo di tempo finito, quantunque brevissimo, fra l incidenza è la riflessione, cioè il tempo che la molla impiega a caricarsi, e a scaricarsi.

135. Da tutto quel che abbiamo detto ne segue che l' elaterio è la causa necessaria della riflessione, e che la direzione del moto riflesso è tale, che l'angolo di riflessione sarebbe sempre eguale all'angolo incidenza, se la reazione fosse perfetta. Ma siccome questo è il caso il più raro, non dobbiamo ordinariamente aspettarci nella pratica di avere effetti intieramente conformi alla teoria. Comunemente l'angolo di riflessione è più piccolo dell' angolo d' incidenza non solo perchè l' elaterio non è perfetto, ma ancora perchè la gravità del mobile e la resistenza dell' aria distruggono una parte degli effetti. Questi angoli non si trovano perfettamente eguali se non nel moto della luce (1218) e in quello de' fluidi aeriformi (1019). Ma quantunque questa eguaglianza di angoli non abbia quasi mai luogo, pure si vede che è una regola stabilita dalla natura e fondata su leggi conoscibili.

i di palla, e di bigliardo sono quasi intiera-
dati sulle regole del moto riflesso che abbia-
te.

nto di velocità, e di direzione prodotto da
lo impenetrabile, e che può essere smosso;
ossia Urto de' corpi.

esto cangiamento di velocità e di direzione è
cade a un corpo che urta in un altro il qua-
ere smosso. Per mezzo di questo urto il
omunica dal corpo che urta al corpo urtato;
quest' ultimo si smuove, ci fa conoscere le
ondo le quali il moto si comunica dall'
ltro. Quanto alla ragione metafisica del
del moto da un corpo ad un altro dobbia-
ssar sinceramente la nostra ignoranza sulla
na; in conseguenza non ci occuperemo in
estione. Esamineremo soltanto i cangiamen.
i sono suscettibili il mobile e l'ostacolo,
che quest' ultimo possa essere smosso dall'

ssiamo in questo luogo considerare due sor-
i, gli uni molli o senza elaterio o reputa-
3), e gli altri elastici. L'elasticità di que-
cangia i risultati delle leggi stabilite dal-
. Per fare ben conoscere queste leggi dob-
pporre due cose che non esistono: cioè I.

ha una massa dupla di quella del corpo urtato; velocità comune dopo l'urto è uguale a due terzi quella che aveva il corpo urtante avanti l'urto. S il corpo urtato ha una massa dupla di quella d corpo che urta; la velocità comune dopo l'ur non è più che il terzo di quella che aveva avan l'urto il corpo urtante ec. In fatti dopo l'urto i d corpi riuniti sono come una sola massa. Supponi mo le due masse eguali, e che pesino ciascheduı una libbra, una forza capace di trasportar, per sempio, a dieci piedi in un tempo dato una mas d'una libbra; porterà in tempi eguali a cinque pie una massa dupla, e così in tutti gli altri casi c potranno supporsi.

142. Bisogna fare attenzione a quel che succed Nell'istante dell'urto si schiacciano i due corpi, ciò essendo prodotto dalla resistenza del corpo u tato, lo schiacciamento è tanto più considerabil quanto ha più di massa il corpo urtato, perchè i tal caso resiste di più (41). Per rendere ragio di questo schiacciamento bisogna fare attenzione c gli effetti più pronti, e che ci sembrano istantan non sono mai prodotti se non che in un tempo nito, cioè in un tempo la di cui durata non è la p breve che possa immaginarsi. Quando i due cor cominciano a toccarsi, le parti più avanzate del co po urtante, cioè le prime che urtano, hanno s perduta una parte della loro velocità, mentre che il ce tro, e le parti le più lontane conservano tuttavia la l

ro.

Avviene dunque solo dopo pochi istanti, assai vi che questa massa rallenta prende una ve- ità ritardata egualmente in tutte le sue parti.

le parti di un corpo non possono muoversi velocemente l'une delle altre, senza che la o posizione relativa, e in conseguenza la figura del po, si cangi. Lo schiacciamento di questo corpo è iqua un effetto e una prova della sua velocità ri- data successivamente in più tempi. Si può dir lo sso del corpo urtato. Non passa tutto ad un tratto suo stato di quiete al grado di velocità che egli uista; le parti immediatamente esposte all'urto si ovono più presto che le altre, il che produce uno iacciamento ed una mutazione di figura. E come biamo detto, questi schiacciamenti sono tanto più siderabili, quanto maggiore è la massa de' corpi.

143 Poichè, secondo la prima regola (141) la velo- à diminuisce a proporzione che la massa del corpo ato aumenta, ne segue che il moto deve essere in- sibile dopo l'urto, quando il corpo urtato è in- tamente assai più grande che il corpo che urta; e sto è quel che in fatti succede: perchè, per esem- , una palla di cannone che si tira contro un ba- rdo pare che abbia perduto tutto il suo moto; la ocità che allora conserva è la quella che ha co- nicata, come la sua massa è a quella del báloar- . Si è tratta da questo principio una conseguenza non pare esatta, ed è, che la maggior massa è sempre ssa dall'urto della più piccola. Ciò potrebbe essere o se la massa urtata fosse assolutamente inflessibile;

ma non essendolo, la sua resistenza sarà durevol tanto per consumare tutta la velocità della piccol massa, per l'introcessione delle parti cagionata dal urto, e che produce lo schiacciamento (142).

144 II. *Regola. Quando due corpi che si muovon nel medesimo senso con velocità disuguali vengono a urtarsi, o che le loro masse sieno eguali o no, continuano a moversi insieme e nella loro prima direzion con una velocità comune minore di quella del corp che urta, maggiore di quella del corpo urtato, dop si la percossa.* Quando il corpo che ha maggior ve locità incontra l'altro che ne ha meno, la lentezz dell'uno fa ostacolo all'altro; ma questo ostacol essendo mobile l'eccesso di velocità dell'uno sull altro deve, secondo la prima regola (141), dividers fra i due, secondo il rapporto delle masse. Perch supponiamo che si togliesse all'uno e all'altro d questi due corpi una quantità di velocità eguale a quella del più lento avanti l'urto, quest'ultimo pri ma di essere urtato sarebbe in quiete, e la veloci del più celere non sarebbe altro che l'eccesso dell velocità sopra il più lento. Questo sarebbe assolut mente il caso della prima regola; cioè un corpo in qui te urtato da un altro, la di cui velocità deve dividersi fr i due corpi secondo il rapporto delle masse. Rendasi co a ciascuno di questi due corpi la quantità di velocità ch abbiamo supposto esser loro stata tolta; il corpo urtat avrà la sua prima velocità più quella che ha acquistata dal urto; e avrà il corpo urtante la sua prima velocità men quella che ha data al corpo urtato. Supponiamo

: esempio, due corpi A, e B eguali di massa; si
no al corpo A 8 grandi velocità, e al corpo B 4
adi solamente; A urtando B gli darà 2 gradi di ve-
cità metà del suo eccesso; e tutti due continueran-
a muoversi con una velocità comune di 6 gradi.
e se si fossero dati 4 gradi di velocità meno di quel-
che non abbiamo supposto; A non avrebbe più che
eccesso, cioè 4, e B sarebbe in quiete. Ecco il ca-
della prima regola. Rendansi a ciascuno questi 4
adi; e B corpo urtato avrà li 4 gradi di velocità pri-
a, più 2 acquistati dall' urto; ed avrà A corpo ur-
nte 8 gradi di velocità prima, meno 2 gradi dati al
rpo urtato. E' dunque evidente che in tutti i casi la
locità propria del corpo urtato è sempre aumentata,
quella del corpo urtante sempre diminuita; e ciò
mpre secondo il rapporto delle masse. Dunque

145 III. *Regola Se i due corpi che devono urtarsi muovano in senso direttamente opposto, il moto pe-e nell' uno, e nell' altro; o almeno nell' uno de' due: i resta qualche moto dopo l' urto, i due corpi si vono nello stesso senso; e la quantità del loro moto ine è eguale all' eccesso dell' uno de' due sull' altro nti l' urto.* Cioè se i due corpi hanno quantità li di moto, il moto perisce nell' uno e nell' al-; e tutti due si riducono alla quiete: se uno de' ha più moto che l' altro, dopo l' urto non rima-ltro moto cha l' eccesso del più grande sul più lo, il che produce il moto comune de' due corpi. E me la quantità del moto di un corpo risulta dalla sua

massa moltiplicata per la sua velocità (63), ne che se i due corpi vengono ad urtarsi con vel le quali sieno in ragione inversa delle masse, ducono ambidue alla quiete; perchè si urtano eguali quantità di moto. Dunque lo sforzo di u bile può crescere non solo per la velocità, ma a ra per la massa; e per questo succede spesso ch giocator di palla a corda per aumentar la sua chiede una racchetta più grave? perocchè face muovere colla stessa velocità, se ha più massa sce la palla più forte.

Si vede da quel che abbiamo detto dell' urto de' non elastici:

146 I. Che quando, dopo l' urto, le direzion moti de' corpi che si urtano sono nell' istesso se esiste allora ne' due corpi riuniti una quantità di eguale a quella che sussisteva nell' uno de' due, ambidue avanti l' urto.

147 II. Che quando le direzioni de' moti di q corpi sono in senso contrario, perisce, se non t almeno una parte del moto: e che se ve ne rest po l' urto, la quantità che vi rimane è eguale all ferenza delle due quantità avanti l' urto.

Urto de' Corpi elastici.

148 In tutto ciò che abbiamo detto circa l' urto de' corpi non elastici, abbiamo sempre osservato due effetti principali; cioè, I una comunicazione di moto dal corpo urtante al corpo urtato; II. un cangiamento di figura, o uno schiacciamento all' uno e all' altro dalla parte del contatto. Questi due effetti hanno per causa comune l'urto e la percossa; per questa azione si trasmette la velocità, e si distribuisce uniformemente fra le due masse, e nel tempo di questa distribuzione si cambiano le figure per li schiacciamenti indotti dall' inerzia delle masse (41).

149 Nell' urto de' corpi elastici la natura segue precisamente le stesse leggi; ma siccome le parti schiacciate dall' urto si ristabiliscono nel primo stato, quest' ultimo effetto che si unisce a quello del moto comunicato, produce molta diversità ne' risultati.

150 Distingueremo dunque due sorte di moto; l' uno indipendente dall' elaterio, e che chiameremo *moto primitivo*; l' altro che nasce dalla reazione delle parti schiacciate o compresse dall' urto, che chiameremo *Moto d' elaterio* o semplicemente *reazione*; che comunemente raddoppia il moto comunicato.

151 I. *Regola. Quando un corpo elastico va a percotere un altro egualmente elastico in quiete, o che muove nel senso stesso del primo; quest' ultimo dopo l' urto si muove nella direzione del corpo che lo ha percosso con una velocità composta di quella che*

gli è stata data immediatamente e per comunicazione, e di quella che acquista per la sua reazione dopo l'urto: e il corpo che urta, il di cui elaterio agisce in senso contrario, perde in tutto, o in parte quel che avea conservato della sua prima velocità: se il suo moto d'elaterio eccede il residuo della sua prima velocità, ritorna indietro secondo il valore di questo eccesso. E in tutti i casi la velocità respettiva dopo l'urto è la stessa che era avanti. Per far bene intendere questa regola supponiamo primieramente uno de' due corpi in quiete: I. Se i due corpi hanno masse eguali, il corpo in quiete aquisterà, mediante l'urto, sì per comunicazione, che per reazione una quantità di moto eguale a quello che aveva l'altro avanti l'urto; e quest'ultimo si ridurrà alla quiete in forza del suo elaterio che distruggerà il resto della veloci à primitiva. II. Se le due masse sieno disuguali, e il corpo urtato ne abbia meno, tutti due dopo l'urto si muoveranno nella direzione medesima del corpo che urta, ma quest'ultimo avrà minor velocità dell'altro. III. Se le due masse saranno pure ineguali, ma ne avrà più il corpo urtato, questo corpo solo si muoverà nella direzione del corpo urtante, e quest'ultimo ritornerà indietro. Supponiamo ora che i due corpi si muovano nel senso istesso: dopo l'urto ambedue continueranno a muoversi nel senso stesso, ma il corpo urtante con minor velocità, quando il corpo urtato non abbia molta più massa dell'altro, nel qual caso quest'ultimo tornerà indietro. E in ogni caso la velocità respettiva (26) sarà dopo l'urto l'istessa che avanti

152. Si vedrà la ragione di tutti questi effetti osservando che nell' urto de' corpi elastici, egualmente che di quelli che non lo sono, il moto del corpo che urta, o l'eccesso del moto di questo corpo sopra quello del corpo urtato si comunica a quest' ultimo secondo il rapporto delle masse. Ma bisogna aggiungere a ciò, I. che la reazione nel corpo urtato raddoppia sempre la quantità del moto che esso acquista per communicazione: II. che questa medesima reazione tende con altrettanta forza a rispingere indietro il corpo urtante, ed a fargli perdere nella sua prima direzione tanto moto, quanto ne ha perduto nell'urto: in maniera che in tutti i casi il corpo che urta perde una quantità di moto eguale a quella che riceve il corpo urtato. Così la reazione raddoppia sempre questi due effetti: essa raddoppia il moto comunicato al corpo urtato; e raddoppia la perdita che fa il corpo urtante.

153. II. *Regola. Quando due corpi elastici eguali o disuguali di massa vengono ad urtarsi l' uno in senso contrario all' altro, con velocità proprie che sieno eguali o disuguali, dopo l' urto si separano, e la loro velocità respettiva è la stessa che avevano prima dell' urto.* Se questi due corpi fossero senza elaterio, o si fermerebbero reciprocamente, o l' un de' due trasporterebbe l' altro come abbiamo detto di sopra (145). Si separano dunque in virtù della loro reazione; ma questa reazione è eguale alla compressione cagionata dall' urto (112); e la compressione è come la velocità respettiva avanti l' urto; la velocità che ne risulta

dopo l'urto deve dunque essere simile. L'articolo antecedente (152) fa conoscere la ragione di tutti questi effetti.

154 Per quel che riguarda i corpi elastici, il di cui elaterio fosse perfetto, l'esperienza prova; I. che se due corpi che vanno nello stesso senso, o uno di essi è in riposo, si urtano in guisa che dopo l'urto, siacchè seguano a muoversi nel senso stesso, o che l'uno de' due resti in quiete; la somma dei moti è la stessa tanto dopo che avanti la percossa.

155 II. Che se uno de' due corpi ritorna in dietro, la quantità del moto si trova maggiore avanti che dopo l'urto. Vi è di più. La quantità del moto del corpo urtato eccede ancor quella del moto primitivo avanti il contatto; e questo eccesso di moto nel corpo urtato eguaglia la quantità di quello che torna indietro dopo l'urto.

156 III. Che quando i due corpi vengono ad urtarsi in senso contrario, dopo l'urto la somma de' moti non è mai maggiore che avanti l'urto: ella può anche essere minore, nel qual caso la perdita è uguale alla quantità che acquista uno de' due corpi.

157 Se si vuole coll'esperienza riscontrare le regole che seguono i corpi nel loro urto, che io suppongo sempre esser l'urto diretto (138), bisogna aver attenzione di servirsi di corpi sferici, e che i loro centri di gravità si trovino nella direzione del loro moto.

158 Bisogna osservare che non si deve valutare l'impulso de' fluidi secondo le regole stabilite circa

urso de' corpi solidi; perchè questi ultimi essendo omposti di parti che hanno fra loro una forte adeenza, agiscono secondo tutta la loro massa e la loo velocità attuale. Non è lo stesso dell'azione de' luidi: attesa la mobilità rispettiva delle loro parti, anno sforzo solamente quelle che urtano l'ostacolo: le altre non perdono per niente la loro velocità, e in conseguenza non contribuiscono a questo sforzo. Perciò l'acqua ed il vento non comunicano tutto ad un tratto la loro velocità ad un mobile; nè un moile riceve, se non dopo un certo tempo, tutto il moto he può essergli trasmesso. Di ciò ognuno può facilmente convincersi, osservando l'ali d'un mulino a ento, o la ruota d'un mulino ad acqua, quando uesta e quelle incominciano a muoversi.

CAPITOLO IV.

Delle leggi del moto composto.

159 IL moto composto (68) ha le sue leggi come le ha il moto semplice: possono tutte ridursi ad una sola di cui non sono esse che conseguenze. Ecco questa legge.

Legge del moto composto.

160 *Quando un corpo è sollecitato al moto da più potenze che agiscono nello stesso tempo e secondo diverse direzioni, o resta in equilibrio, o prende un moto che segue il rapporto delle potenze fra loro per la velocità; e tiene una direzione media fra le direzioni delle potenze, alle quali obbedisce.*

Quando le potenze che agiscono insieme hanno le loro direzioni diametralmente opposte; o hanno forze uguali, o hanno forze disuguali. Nel caso d'eguaglianza il mobile rimane in equilibrio. Se le loro forze sono disuguali, il mobile obbedisce alla più forte, non secondo tutto il suo valore, ma solamente secondo il valore del suo eccesso sull'altra; perchè la più debole distrugge nell'altra una forza eguale alla sua; non

resta dunque alla più forte altro che il suo eccesso per agire sul mobile. Così quando le potenze sono direttamente opposte ne risulta o la quiete, o il moto semplice, ma ritardato. Ma se le potenze sono obliquamente opposte, cioè se le loro direzioni s'incrociano, o fanno angolo al mobile; allora il moto si compone in velocità e in direzione. Il moto composto può farsi o in linea retta o in linea curva. Vediamo quali sieno le condizioni necessarie all'una ed all'altro.

Moto composto in linea retta.

161 Il moto composto si fa sempre in linea retta, quando il mobile obbedisce a potenze che continuano nell'istesso rapporto fra loro, o che non ricevano verun cambiamento, o che i cambiamenti sieno eguali o proporzionali dall'una parte e dall'altra: perchè allora gli effetti di ciascheduno istante si trovano tutti d'accordo nell'istessa direzione. Supponiamo dunque questi rapporti costanti.

162 La velocità e la direzione di un corpo che si muove con un moto composto si misurano dalla diagonale di un parallelogrammo, due lati del quale rappresentano le potenze. Supponiamo che il mobile M (*fig.* 14) sia spinto nel tempo stesso da due forze rappresentate dalle due linee M C, M G, che fanno angolo insieme al mobile M; la diagonale M I del parallelogrammo MGIC, del quale queste due linee M C, M G sono due lati, misura la velocità, e determina la

direzione che prenderà il mobile M in virtù di queste due forze. Perchè supponiamo M C una regola mobile sulla quale discenda il mobile M con una velocità uniforme da M in C in sei istanti eguali; mentre che la regola M C avanza parallela a se stessa con una velocità uniforme da M in G, in sei istanti eguali ai primi; è evidente che alla fine del primo istante il mobile M sarà disceso in A, e la regola M C si sarà avanzata in K: dunque allora il punto A, ed il mobile M che vi è giunto si troveranno al punto *a*. Alla fine del secondo istante il mobile M sarà disceso in B, e la regola M si sarà avanzata in L: il mobile disceso in B si troverà dunque al punto *b*. Per la stessa ragione alla fine del terzo istante il mobile M sarà in *d*, alla fine del quarto istante il mobile M sarà in *e* ec. finalmente dopo i sei istanti il mobile M sarà in I, avendo successivamente percorsi tutti i punti della diagonale M I, e vi sarà arrivato, ma per un cammino più corto, a' termini delle due tendenze; perchè il mobile giunto in I sarà disceso della quantità G I, eguale a M C, e avanzatosi della quantità C I, eguale a M G.

163 Questa diagonale che indica la velocità del mobile è più o meno lunga con potenze di egual valore secondo che le direzioni di queste potenze fanno seco loro angoli più o meno acuti. Se l'angolo che formano è retto non si pregiudicano, nè si giovano: il mobile è portato tanto lontano quanto lo esige ciascheduna di queste potenze. Così il mobile M (*fig.* 15) spinto dalle due potenze M A, MB, che fanno fra loro l'angolo retto

AMB; seguirà la diagonale MC. Ma se la potenza MB fosse situata in MD, e facesse l'angolo ottuso AMD coll'altra potenza; la diagonale che seguirebbe il mobile M sarebbe la ME più corta di MC. Se al contrario la potenza MB si ponesse in MF, e facesse colla potenza MA, l'angolo acuto AMF, la diagonale che seguirebbe il mobile M sarebbe MG, più lunga di MC; e questa diagonale si allungherebbe sempre più se l'angolo che formano insieme le direzioni delle potenze diventasse sempre più acuto.

164. La diagonale, come abbiamo detto di sopra (162), determina ancora la direzione che prenderà il mobile. Se le due potenze sono eguali come MG, MC (*fig.* 14); la diagonale MI è ugualmente inclinata all'una e all'altra, e fa degli angoli eguali da una parte e dall'altra colla direzione di ciascheduna di queste potenze. Ma se queste sono ineguali, come MA, MB (*fig.* 15), la diagonale è più inclinata alla maggiore di queste due potenze, e fa colla direzione della maggiore l'angolo AMC più piccolo dell'angolo BMC, che è formato colla direzione della più piccola.

165 Da quel che abbiamo detto ne segue, che se si conosce l'angolo di direzione delle potenze, ed il loro grado di forza, sarà facile il conoscere l'effetto che devono produrre sul mobile; cioè il suo grado di velocità e la direzione che deve prendere: perchè esprimendo il valore delle potenze e le loro direzioni con delle linee, per esempio, MA, e MD che si congiungono al punto M, e costruendo un parallelogrammo sotto queste

due linee che ne rappresentano due lati, la diagonale M E darà quel che si cercava.

166. Ne segue ancora che se si conosce l'effetto comune delle due potenze sopra un mobile, e la direzione ed il grado di forza dell'una delle due, si potrà giudicare del valore e della posizione dell'altra. Se per esempio io so che un mobile M è stato portato da M in G per l'azione di due forze, una delle quali è espressa da M A; conduco dal punto A al punto G la linea A G; e son certo che l'altra potenza sarà rappresentata da una linea M F condotta dal punto M parallela ed eguale ad A G.

167 Perchè il moto si componga non è necessario che le potenze continuino ad agire per tutto il tempo che dura il moto. Due forze una volta impresse (come per esempio due colpi di martello) da due cause che poi cessano di agire, producono il medesimo effetto e compongono il moto del mobile, come se le loro azioni fossero continue. Perciò quando dallo sportello di una carrozza che attualmente cammina si getta qualche cosa, non giunge mai al luogo dove la mano la dirige; perchè oltre l'impulso della mano vi è di più il moto della carrozza, che è comune al mobile ed alla mano, e che fa una seconda potenza, la di cui direzione s'incrocia con quella che la mano dà al mobile. Questo mobile deve dunque seguire la diagonale del parallelogrammo di cui queste due potenze rappresentino due lati. Ne segue che se si volesse saltare dallo sportello d'una carrozza quando corre, e che si trovasse in quel luogo un mucchio di

fango, il mezzo sicuro per non cadervi dentro sarebbe appunto quello di cercare di gettarvisi sopra.

Moto composto in linea curva.

168 Il moto composto si fa sempre in linea retta, come di sopra (161) abbiamo detto, quando il mobile obbedisce a potenze che si mantengono nel medesimo rapporto fra loro. Non così succede però se il rapporto delle potenze fra loro si cangia; se per esempio di due potenze una diventa più forte o più debole di quel che era avanti, mentre che l'altra non cangia; o se cambiando tutte due non cangiano proporzionalmente. In questi casi il prodotto di ciascheduno istante è bensì una linea retta, perchè ogni corpo incomincia sempre dal muoversi così (74); ma ciascuna di queste linee rette ha la sua direzione particolare, che muta a ciascuno istante, secondo il cangiamento del rapporto delle potenze. Supponiamo che il mobile M (*fig.* 16) sia costretto a muoversi nell'istesso tempo da due potenze rappresentate dalle due linee M F, M 6: che la potenza M F, sia uniforme, cioè che faccia percorrere al mobile M spazj eguali in tempi eguali, come M A, A B, B C ec. e che la potenza M 6 sia acceleratrice, cioè faccia percorrere al mobile M in tempi eguali spazj che vadano crescendo come M 1, 1, 2; 2, 3, ec. Se in questo luogo facciamo un'applicazione di quel che abbiamo detto (162), vedremo che il mobile M percorrerà nel primo istante la diagonale M *a*; nel secondo la

diagonale *a b*; nel terzo la diagonale *b c*; nel qua to la diagonale *c d* ec. Ma ciascuna di queste diag nali ha una direzione differente da quella che là pr cede, e se noi le prendiamo infinitamente corte, su ponendo gl'istanti infinitamente piccoli, la loro se formerà la curva M *a b c d e f* ec. Tali sono pressa poco i moti di tutti i corpi gravi scagliati fuori del perpendicolare all'orizzonte, come una pietra che scagli colla mano, una bomba, una palla di cann ne ec. L'impulsione che si dà loro è una forza la cui azione di sua natura è eguale in tutti gl' ista ti; e la loro gravità è una potenza, la di cu azione va crescendo sempre più (216). Il corpo lancia descrive adunque una linea curva, che segue l natura de' cambiamenti de' rapporti di queste due po tenze.

169 Tutti son persuasi della curvità di questa li nea relativamente alla pietra, e alla bomba che ab biamo date per esempio (168). Ma non è così dell palla da cannone: vi è luogo di credere che essa a rivi al suo scopo, facendo una linea retta; e qu che lo fa credere è che la velocità che nasce dall impulso della polvere è infinitamente maggiore d quella che produce la sua gravità; in maniera ch discende poco in paragone della quantità di spazi che trascorre. Ma basta osservare come è costrui il cannone per convincersi che la palla arriva a se gno con un moto veramente composto. Questa pall come abbiam detto è esposta all'azione di due potenz l'una l'impulso della polvere che scoppia, l'altra la su gra-

gravità. La prima è uniforme, l'altra acceleratrice Tosto che la palla è fuori del cannone, non solo avanza nella direzione dell'impulso che ha ricevuto, ma discende ancora obbedendo all'azione della sua gravità che è capace di farla abbassare di 15 piedi nel primo minuto secondo, di 45 nel seguente, ec. (116). Se dunque il cannone fosse esteriormente cilindrico come è nell'interno, la linea della mira sarebbe parallela alla direzione che riceve la palla nell'uscire dal cannone; e siccome la palla discende subito che ne è sortita, bisognerebbe dirigere il cannone verso un punto più alto del segno a cui si vuol colpire. Non sarebbe difficile il valutare giustamente quanto bisognerebbe in tal caso rialzare il cannone. Ma il cannone ha esteriormente una forma conica, ed è più grosso verso il fondo che la bocca, il che produce che la linea di mira A B (*fig.* 174), e la vera direzione D E della palla s'incrociano per via, e fanno in C un angolo tanto più aperto, quanto è maggiore la differenza fra la grossezza del cannone verso il fondo, e la grossezza che ha verso la bocca. Talmentechè quando si crede dirigere la palla in B, si dirige effettivamente in E; e se la distanza che vi è da E a B è eguale alla quantità che discende la palla nel tempo che cammina, essa arriva a segno così sicura, come se fosse venuta per una linea perfettamente retta. Perciò bisogna tirare ad una conveniente distanza, che l'impulso della polvere sia proporzionato al peso della palla; e che l'angolo C formato dalla linea di mira A B e la vera direzione D E

della palla; che può riguardarsi come l'asse del cannone prolungato, sia in una buona proporzione: cioè che l'allontanamento dal punto E al punto B sia di 15 piedi alla distanza di 200 tese, spazio che la palla trascorre nel primo minuto secondo. Allora l'effetto della gravità farà discendere la palla della quantità F B; e si colpirà il segno mediante un moto veramente composto.

170 Ciò può rendere anco ragione di un fatto, che a prima vista par singolare, e che sfuggirebbe se non vi si facesse riflessione. Questo fatto si è, che un corpo il quale si lasci cadere dall'alto al basso della gabbia mentre il vascello è in corso, cade a piedi del albero e non già nel mare, quantunque nel tempo che il corpo impiega a cadere, il vascello siasi molto allontanato dal luogo in cui il corpo ha cominciato a cadere; perchè questo cade per una linea curva e non per una linea verticale. Per dire il vero questa linea parrebbe veriticale a quelli che fossero sul vascello; ma si vedrebbe bene la curva essendo sulla riva: perchà è vero che la caduta del corpo sarebbe parallela all'albero che è diritto; ma i diversi punti dell'albero, a' quali corrisponderebbe il corpo cadendo, sarebbero più avanti gli uni degli altri nella direzione orizontale, e la loro serie si troverebbe in una linea curva, perchè la caduta si fa con una velocità accelerata. Per bene intender ciò supponiamo M 6 (*fig.* 16.) l'albero del vascello; il corpo posto in M; 6 *f* il viaggio che fa il vascello mentre il corpo cade da M in 6. Il corpo ha un moto orizontale

mune coll' albero, la di cui velocità è uniforme 7): tostochè abbandona la gabbia, la sua gravità lo cadere con una velocità accelerata (58). Quando corpo per la sua caduta sarà arrivato da M in 1, punto 1 dell' albero sarà in *a*: quando sarà caduin 2, il punto 2 sarà in *b*: quando sarà in 3; il nto 3 sarà in *c* ec. in maniera che alla fine della duta il punto 6 dell' albero e il corpo che cade sano arrivati in *f*, e il corpo sarà caduto per una a curva M *a b c d e f*. Si può nell' istessa guirendere ragione di tutti i fatti analoghi a que-

7) Da tutto quel che abbiamo detto ne segue, che oto in linea curva non può essere l' effetto di una potenza. Non basta però che ve ne siano parecche agiscano nel medesimo tempo; bisogna ancone queste potenze cangino di rapporto fra loro; di che il moto si farà in linea retta.

CAPITOLO V.

Delle forze centrali.

172 Tutto ciò che abbiamo detto del motto e sue leggi, prova che non vi è moto veruno ch naturalmente diretto in linea curva. Un corp terminato una volta a muoversi, o da sola caus o da parecchie che agiscano insieme, tende, in della prima legge (74), a perseverare in questo s e questo stato consiste nel passare da un termin un altro per la strada più corta, che è la linea: Se dunque si vede un mobile descrivere una curva, il cammino che fa deve considerarsi com serie non interrotta di moti in tante linee rette te brevissime. e le direzioni particolari delle cangiano ad ogni momento, e formano fra loro angoli molto ottusi, come di sopra abbiamo fatt

(168). Si è veduto che questa serie di moti in linee non può essere l'effetto di una sola potenza. Neppure-recchie bastano se non cambino continuamente rapfra loro (171). Ma questi rapporti possono cangiare solo quanto all' intensità o alla forza, come lo imo veduto; ma possono variare ancora quanto direzione delle potenze. Considereremo adesso questo punto di vista il moto in linea cur-

. Supponiamo che il mobile A (*fig.* 18.) sia sol-o a muoversi da due potenze A B, A C le di rezioni, facciano un angolo retto al punto A: la forza della prima stia alla forza della seconome 3 a 1. Il moto composto di queste due formincerà da A *d*, e continuerebbe verso *l*, *m*, nissun cangiamento accadesse in queste forze: , impressa che sia una volta questa direzione, la za che era in A C si trovi situata in *d* H, fáangolo retto colla direzione *d* D, come lo faavanti colla direzione A B; il moto si comporrà ovo; e il mobile anderà da *d* in *e*. Se allora potenza si trova situata in *e* I, facendo sempre o retto con *e* E, il mobile si porterà da *e* in *f*: ntinua a succedere lo stesso, il mobile si porte-*f* in *g*, poi in *h* ec. in maniera che continuando direzioni a cangiar così, finiranno coll' arrivapunto A dopo aver fatto il giro intiero. Quel biamo supposto non è un caso metafisico; anzi sueffettivamente nel moto di una fionda, o di qualche corpo che si faccia girare all'estremità di una corda;

perchè la mano che tiene la corda passando succ
mente pe' punti C, H, I, K ec. fa passare la corda pe
sizioni A C, *d* H, *e* I, *f* K ec. e siccome quest
resta sempre dell' istessa lunghezza, rappresent
potenza che non varia in altro che nella posi
Se consideriamo questi elementi *Ad*, *de*, *ef*,
come infinitamente brevi, la loro serie form
una curva regolare che sarebbe un cerchio.

174 Ogni corpo che gira in cerchio lo fa dur
virtù di due forze. Se una delle due potenze c
di agire, il corpo non si moverebbe più in ce
perchè non sarebbe più regolato che da una sola
za; per esempio, se la corda di una fionda ve
rompersi quando si trova in *d* H o in *e* I, la
se ne anderebbe o per *d* D, o per *e* E, line
chiamansi tangenti. Tutti i corpi che muovonsi
chio fanno dunque un continuo sforzo per non con
re, perchè se restassero liberi se ne scapperebb
una tangente. Ma la tendenza a scappare per ur
gente, o fare sforzo per allontanarsi dal centro
no del quale il corpo si muove sono due espr
che si possono riguardare come sinonime; perc
il mobile A giunto in *d*, invece di andare da
continuasse da *d* in *l*, in *m*, in D, si allonta
be sempre più dai punti I, K, ec. e in conseg
dal centro della sua circolazione. Ogni corpo
muove circolarmente subito che comincia a mu
riceve dunque una tendenza ad allontanarsi da
tro della sua circolazione; e se questa tendenz
ha il suo effetto, dipende dall' essere questo cor

nuto o spinto verso questo centro da una potenza ntraria.

175. Da queste due forze si produce il moto in li. ea curva, ed esse sollecitano continuamente il mole l'una ad allontanarsi, e l'altra ad avvicinarsi centro, e si chiamano forze centrali: e per distin. iere l'una dall'altra si chiama la prima *forza centrifuga*, l'altra *forza centripeta*.

176. Queste due forze sono direttamente opposte l' na all'altra; perchè quantunque la forza centrifuga bbia la sua direzione per la tangente B D (*fig.* 19), che la direzione della forza centripeta sia secondo uella del raggio B C, le quali fanno insieme un anolo retto, è cosa certa per altro che il raggio prongato C A nel girare sarebbe tagliato dalla tangene B D in una serie di punti E, F, D, che vanno empre più allontanandosi dal centro C. Il corpo che e ne va per la tangente fa lo stesso che se scappase realmente secondo il prolungamento del raggio. ie vogliamo assicurarsene facciamo la seguente espeienza. All'estremità di una verga di legno C *g* (*fig.* o), che possa volgersi e girare sul punto C, adatate una piccola lanterna quadrata *g a d* con vetri la' quattro lati; ponete in mezzo alla lanterna una palla d'acciajo *b*, e fate girare la verga: il vetro *d* arà rotto. Se la palla *b* non seguitasse che la tangente *bf*, dovrebbe rompersi il vetro *a*: ma poichè il vetro che si rompe è quello in *d*, dunque la palla *b* segue il prolungamento *b e* del raggio C*g*: ma questo raggio nel girare viene tagliato successivamente

in tutti i punti del suo prolungamento *b e* dalla tangente *b f*; dunque la palla *b* andandosene per la tangente *b f* fugge realmente pel prolungamento *b e* del raggio. Per questo stesso motivo la corda di una fionda sta tesa nel tempo che si fa girare, poichè la pietra che tende ad andarsene per il prolungamento della corda, fa sforzo contro il fondo della fionda. La forza centrifuga tende dunque ad allontanare direttamente il mobile dal centro, mentre la forza centripeta tende direttamente a ravvicinarlo.

177 I pianeti sono in balìa di queste due forze. La loro forza centrifuga, che risulta dal loro moto di rotazione (174), tende ad ogni istante ad allontanarli dal centro del loro moto; e la forza centripeta, che risulta dalla gravitazione generale (194), tende a ravvicinarli. Da queste due forze opposte nasce un moto composto in linea curva, mediante il quale ciaschedun pianeta descrive la sua orbita, che è una curva relativa alla natura delle forze che lo animano.

178 Le forze centrali hanno luogo in tutte le sostanze tanto solide che fluide, ogni volta che il loro moto si fà in linea curva; cioè tutte hanno una forza centripeta, risultante dalla loro gravità: e tutte acquistano una forza centrifuga subito che cominciano a muoversi in linea curva (174). Su di ciò non vi è alcuna eccezione. Fate girare un corpo solido qualunque; se la forza che lo ritiene o lo spinge verso il centro del suo moto s'indebolisce o cessa di agire, lo vedrete scappare da questo centro. Fate e-

gualmente girare dell' acqua, voi vedrete succedere lo stesso anche in una direzione opposta a quella della sua gravità; purchè la forza centrifuga, che ella acquista col suo moto di rotazione, sia superiore allo sforzo della sua gravità.

179 Su questo principio si sono costruite delle macchine nelle quali, s' impiegano diversi metodi per fare girar l' acqua e farle così acquistare una forza centrifuga capace d' inalzarla malgrado il proprio peso. Se ne può vedere un gran numero nel libro *Recueil des Machines de Ramelli*, e nell' altro *Machines approuvées par l' Acad. royal. des Scienc. Tom. VI. pag. 9 & suiv.* Su questo principio si sono costruiti dei mantici da fucina: *ibid. Tom. V. pag.* 41; dei crivelli, e de' vagli ec. per pulire il grano. Il Sig. *Desaguigliers* (Trans. Phil. num. 437) ha fatto costruire delle macchine presso appoco simili, e sempre sullo stesso principio, per cambiare l' aria della stanza di un malato, e di quei luoghi che diventano mal sani per il gran numero di persone, o per il cattivo stato di quelli che li riempiono, come i teatri, le infermerie, gli spedali. Vediamo frattanto come si computa il valore delle forze centrali.

180 Il valore della forza centripeta di un corpo che circola, o la quantità di cui questo corpo in un tempo dato si avvicinerebbe al centro della sua rivoluzione, quando la sua forza centrifuga lasciasse di agire sopra di lui, è eguale al quadrato della porzione della curva che descrive nel medesimo tempo,

diviso per il diametro di questa curva: perchè *Huyghens* e *Newton* hanno dimostrato (*de vi centrifuga Huygh. Oper. Tom. II. & Princp. Mathe. de la Philosophie naturelle liv. I. prop. 4. pag. 54*) che un corpo che fa la sua rivoluzione in un cerchio, si avvicinerebbe in un dato tempo al centro di questo cerchio per la sola forza centripeta di una quantità eguale al quadrato dell'arco che descrive nel tempo stesso, diviso per il diametro del cerchio. Dal che ne segue che questo corpo in virtù della sua sola forza centripeta arriverebbe al centro del suo moto in meno tempo che avrebbe bisogno per percorrere i nove quarantesimi della sua rivoluzione.

181 Per conoscere il valore della forza centrifuga bisogna aver riguardo a tre cose, I. alla massa del corpo che si muove in giro, II. alla distanza dal centro della rivoluzione, III. alla velocità. Per misurare questa velocità si deve osservare due cose, I. la grandezza della rivoluzione, e II. il tempo impiegato nel farla. Questo tempo è quel che si chiama *tempo periodico*, e la rivoluzione è la curva che descrive il mobile, cominciando a numerare dal punto da cui si parte, sino a quando ritorna al medesimo punto, dopo aver fatto un giro intiero. Il valore della forza centrifuga di un corpo che si muove in cerchio è determinato dal prodotto della sua massa moltiplicata per il quadrato dalla sua velocità, diviso per la distanza dal centro della sua circolazione; il che può esprimersi colla seguente formula, chiamando F

la forza centrifuga del corpo, M la sua massa, D la distanza dal centro della sua circolazione, e V la sua velocità. $F = \frac{MV^2}{D}$

Frattanto se vogliamo paragonare fra loro le forze centrifughe di due corpi, chiamiamo *f* la forza centrifuga dell'altro corpo; *m* la sua massa; *d* la sua distanza dal centro; e *v* la sua velocità. Dalla regola che abbiamo stabilito (181) si possono inferire i seguenti fenomeni.

182 I. *Le forze centrifughe di due corpi che si muovono con la stessa velocità a eguali distanze dal centro sono fra loro come le masse di questi corpi.* Il che si esprime con questa formula, F: *f*:: M: *m*. Cioè se una di queste due masse è dupla dell'altra, la forza centrifuga di questa massa è dupla di quella dell'altra.

183 II. *Le forze centrifughe di due corpi eguali, che si muovono in tempi periodici eguali a differenti distanze dal centro sono fra loro come queste medesime distanze.* Il che si esprime con questa formula, F: *f*:: D: *d*. Cioè se una di queste due distanze è dupla dell'altra, quella del corpo che si muove in questa distanza dupla, ha una velocità dupla di quella dell'altro; dunque il prodotto dalla sua massa moltiplicata per il quadrato della sua velocità sarà quadruplo di quello dell'altro, e non avrà che un divisore duplo; il quoziente adunque, che dà il valore della forza centrifuga, sarà duplo.

185 III. *Le forze centrifughe di due corpi, i di cui tempi periodici sieno eguali, e le di cui masse sieno in ragione inversa delle loro distanze dal centro, sono eguali fra loro.* Il che si può esprimere con questa formula, F: *f*: : M D: *m d*. In questo caso la massa semplice ha una velocità dupla, poichè ha una distanza dupla: il suo prodotto per il quadrato della sua velocità è dunque duplo di quello dell' altra massa: ma ell' ha un divisore duplo, il che produce l'ineguaglianza de' risultati.

185 IV. *Le forze centrifughe di due corpi eguali, che si muovono ad eguali distanze dal centro con differenti velocità, sono fra loro come i quadrati di queste velocità*: lo che s' esprime colla formula, F: *f*: $V^2 : v_2$. Quì tutto è eguale da una parte e dall'altra, eccettuate le velocità, i quadrati delle quali sono i moltiplicatori: le forze centrifughe devono essere fra loro come i quadrati di queste velocità.

186 V. *Le forze centrifughe di due corpi ineguali che si muovono ad eguali distanze dal centro con differenti velocità, stanno fra loro come i prodotti delle loro masse moltiplicate per il quadrato delle loro velocità*: Il che si esprime con questa formula, F: *f*: M $V^2 : m v_2$: Poichè quì i divisori sono eguali, le forze devono essere fra loro come stanno fra loro i prodotti delle loro masse moltiplicate per il quadrato delle loro velocità, prima di essere divisi per la distanza dal centro.

187 VI. *Le forze centrifughe di due corpi eguali, che si muovono con velocità eguali a differenti distan-*

ze dal centro, stanno fra loro in ragione inversa di queste distanze dal centro; cioè, questa forza è maggiore nei corpi che girano in minor distanza dal centro, il che si esprime colla seguente formula, F: *f*: *d*: D. Poichè quì tutto è eguale da una parte e dall' altra, eccettuati i divisori, è evidente che più grande che è il divisore, minore è il quoziente: le forze centrifughe che sono espresse da' quozienti, devono dunque essere in ragione inversa di questi divisori, i quali sono le distanze dal centro.

188 XII. *Le forze centrifughe di due corpi ineguali che si muovono con velocità eguali a differenti distanze dal centro, stanno fra loro come le masse di questi corpi moltiplicate per le distanze dal centro d' uno dall' altro*; cioè, per avere questo rapporto si moltiplica la massa di uno di questi corpi per la distanza dell' altro dal centro, e viceversa, il che s' esprime con questa formula, F: *f*: : M *d*: *m* D. Poichè le velocità sono eguali da una parte e dell'altra, è evidente che le masse sono fra loro come i prodotti di queste masse moltiplicate per il quadrato della loro velocità: è dunque lo stesso dividere questi prodotti, e semplicemente le masse per la loro distanza dal centro, o moltiplicare le masse per le distanze dal centro l' una dell' altra.

189 VIII. *Le forze centrifughe di due corpi ineguali che si muovono con velocità ineguali a differenti distanze dal centro, stanno fra loro come i prodotti delle masse di questi corpi per il quadrato delle loro velocità proprie, moltiplicate per le distanze dal centro*

l'uno dell'altro. Cioè, per avere questo rapporto si cerca il prodotto della massa di uno di questi corpi per il quadrato della sua velocità propria, e si moltiplica per la distanza dal centro dell'altro corpo; invece di dividerlo per la propria sua distanza dal centro; e viceversa. Il che si esprime con questa formula, $F : f :: MV^2 \; d : m v^2 \; D$. E' facile il convincersi, cercando il valore della forza centrifuga di ciascuno di questi due corpi per mezzo della regola di sopra stabilita (181), che ancor qui è lo stesso il dividere questi prodotti ognuno per la propria distanza dal centro di circolazione di ciascheduno di questi due corpi; o il moltiplicarli per le distanze dal centro, l'uno dell'altro.

190 Se le forze centrali di un corpo si fanno equilibrio, cioè se la forza centripeta di un corpo fa equilibrio alla forza centrifuga dell'istesso corpo; questo continuerà a girare senza avvicinarsi o allontanarsi dal centro della sua circolazione, e descriverà un cerchio.

191 Ma se i rapporti di queste forze cangiano; se per esempio l'una delle due diviene più forte o più debole di quello che era, rimanendo l'altra la stessa; il corpo descriverà una curva, la quale seguirà la natura di questi cangiamenti di rapporti.

192 Se questi rapporti una volta cangiati si ristabiliscono avanti la fine della rivoluzione; la curva che descrive il mobile sarà una curva che rientrerà in se stessa, come sarebbe per esempio una ellisse.

» Ma se questi rapporti non si ristabiliscono ; se esempio la forza centripeta va sempre diminuen- la curva non rientrerà in se stessa, ma il mobi- llontanandosi dal centro del suo moto descriverà : spire più o meno regolari, secondo il progresso i diminuzione di questa forza centripeta.

CAPITOLO VI.

Della Gravità o Gravitazione de' Corpi.

194 S'è chiamata *Gravità* o *Gravitazione* quella forza per la quale tutti i corpi tendono gli uni verso gli altri. Si è questa forza chiamata ancora *Attrazione*. Tutti i corpi della natura si comportano tra loro come se si attraessero scambievolmente, o come se fossero spinti gli uni verso gli altri da una potenza esteriore; e questa forza qualunque ella sia si, sembra agire in ragione diretta delle masse, e in ragione inversa del quadrato delle distanze. Ma i corpi si attraggono veramente fra loro? o sono eglino spinti da una potenza esteriore gli uni verso gli altri? Ecco ciò che onninamente s'ignora. Questo impulso è stato supposto, ma non mai provato. L'attrazione inerente ne' corpi, come se agissero fuori di loro stessi e senza intermedio, non si concepisce. Infatti *Newton* istesso non ha data mai l'attrazione come la causa fisica della gravità de' corpi; egli si è servito soltanto di questa parola per enunziare il fatto, e non per renderne ragione, come egli stesso lo dice ne' suoi *Princ. Mathe. de la Philos. Nat.* pag. ediz. di Parigi 1759. Ecco le sue parole. " Del rimanente io prendo quì nello stesso senso le attrazioni

„ l'im-

„ le impulsioni acceleratrici, e motrici, e mi servo „ indifferentemente delle parole *attrazione*, *impulsione*, *e propensione* qualunque verso un centro: perchè io considero queste forze matematicamente e „ non fisicamente; così il Lettore non creda che io „ abbia voluto con queste parole indicare una specie „ di azione, di causa o di ragione fisica; e quando „ dico che i centri attraggono, quando parlo delle „ loro forze, non deve pensare che io abbia attribuito veruna forza reale a questi centri, che io considero come punti matematici„. Segue da ciò che noi ignoriamo ancora quale sia la causa fisica della gravità, sebbene siansi immaginati parecchi sistemi per renderne ragione. Ma non ve ne è alcuno che possa sostenersi, e contro del quale non possano farsi delle obiezioni, alle quali è impossibile di rispondere. Perciò io non credo di doverli qui riportare: ciò non farebbe altro che allungare questo articolo senza spargervi maggior chiarezza. Chi fosse curioso di conoscerli li può vedere nelle seguenti opere, cioè quella di *Gassendi*, *nel Saggio di fisica di Muschenbroek*, tom. I; quella di *Cartesio* ne' suoi *Principj*; quella di *de Molieres* nelle sue *leçon de Physique*, e ne' *Principes du système des petits Tourbillons* di M. *de Launay* Cap. X; quella di *Bulfinger*, in una dissertazione intitolata *de Caussa Gravitatis*: quella d' *Huyghens* al principio del primo volume delle sue opere sotto il titolo; *De Causa gravitatis*; quella di *Varignon* nelle sue *Conjectures sur la Pesanteur* 1691; quella di *Perrault* nel primo volume delle sue *Ou-*

vres de Physique; quella di *Villemont* nella sua *Nouvelle explication du mouvement des Planetes:* quella di *Bernoulli* nella *nuova Fisica celeste* Tomo II delle sue opere; e quella di *Nevvton* ne' suoi *Principes Methematiques de la Philosophie naturelle* e nel suo *Traité d' Optique*.

195 Si potrebbe dire che la gravitazione è la stessa cosa che la gravità. Pure vi è questa differenza, che gravità (*pesanteur*) non si dice mai se non della forza particolare che fa sì che i corpi sullunati tendono verso la terra; e che gravitazione (*gravité Gravitation*) si dice della forza per la quale un corpo qualunque tende verso un altro. Perchè il principio generale del sistema Newtoniano è che la gravitazione sia una proprietà universale della materia, in maniera che per questa proprietà non solo un corpo tende verso un altro, ma le parti di uno stesso corpo tendono tutte le une verso dell' altre, il che può provarsi con un gran numero di fenomeni. Non richiameremo in questo luogo i più semplici e i più comuni. Per esempio la figura sferica che prendono le goccie d' acqua proviene in gran parte da una tal forza; per la stessa ragione due globuli di mercurio si uniscono, e s' incorporano in un solo, quando arrivano a toccarsi o siano molto vicini l' uno all' altro. La legge precisa di questa attrazione non è stata ancora determinata; tutto quel che si sa di sicuro si è che allontanandosi dal punto del contatto, decresce più che in ragione del quadrato della distanza, e che in conseguenza ella segue un' altra legge diversa da

gravità. Infatti, se egualmente che la gravità, que-
forza seguisse la legge della ragione inversa del
drato della distanza; essa non sarebbe al punto
contatto maggiore, che molto vicina a questo pun-
perchè *Nevvton* ha dimostrato ne' suoi *principj*
tematici, che se l'attrazione di un corpo è in ra-
ne inversa del quadrato della distanza, questa at-
ione è finita al punto del contatto, e così non
rebbe essere maggiore al punto del contatto, che
na piccola distanza dal contatto. Al contrario quan-
l'attrazione decresce più che in ragione del qua-
to della distanza, per esempio in ragione del cubo,
i un'altra potenza maggiore del quadrato; allora,
ndo le dimostrazioni di Nevvton, l'attrazione è
nita al punto del contatto, e finita ad una piccolis-
a distanza da questo punto. Ma egli è certo da
e le esperienze, che l'attrazione, che è grandissi-
al punto del contatto, diviene quasi insensibile ad
piccolissima distanza da questo punto; dal che ne
ie che l'attrazione di cui si tratta decresce in ra-
ne di una potenza più grande che il quadrato del-
listanza. L'esperienza non ci ha ancora insegnato
a diminuzione di questa forza segue la ragione del
o di un'altra maggior potenza.

96 Tutti convengono che ogni moto è naturalmente
ilineo, in maniera che i corpi che nel loro moto
rivono delle linee curve, devono esservi costret-
a qualche potenza che continuamente agisca sopra
oro; dal che ne segue che i pianeti facendo le loro
luzioni in orbite curvilinee, vi è qualche potenza

la di cui continua e costante azione impedisce lo di scostarsi dalla propria orbita, e di descrivere lin rette, tendendo a ravvicinarli al centro della lo rivoluzione (177). A questa potenza (qualunque sia la causa) si è dato il nome di gravitazione. I fatti i pianeti non potrebbero continuare a descriver la loro orbita se non vi fosse qualche forza che li r tenesse, o che li spingesse verso il centro della lo rivoluzione (174). Questa forza chiamata gravitazi ne esiste dunque realmente; e sebbene non ne sapp mo la causa, non dobbiamo per questo lasciar dia metterla.

197 Concludiamo da tutto ciò che i pianeti so ritenuti nelle loro orbite da una potenza che co nuamente agisce sopra di loro; che questa potenza la sua direzione verso il centro di queste orbite; l'efficacia di questa potenza aumenta a misura che pianeta s'avvicina al centro, e che diminuisce a sura che se ne allontana; che aumenta nella st proporzione con cui diminuisce il quadrato della stanza; e che diminuisce come aumenta il quadra della distanza.

CAPITOLO VII.

Della Gravità de' Corpi.

chiama *Gravità* la forza per la quale tutti i
llunari discendono costantemente da un luo-
levato ad uno più basso, quando nulla s' op-
lla loro caduta; o gli ostacoli non sieno va-
trattenerli: in una parola si chiama *gravità*
per la quale i corpi tendono a discendere
linea perpendicolare al punto della superficie
rra al quale corrispondono: e se non discen-
r questa linea dipende dall' opposizione di
ostacolo.

embra che questa forza che fa discendere i
un seguito della gravitazione generale che si
n natura (194). Ma siccome non si sa si-
te quale sia la causa fisica di questa gravita-
' ignora parimenti quale sia la causa fisica
avità. Tutti i sistemi immaginati dai fisici
erne ragione possono ridursi a tre classi. Gli
rdano la gravità come una qualità inerente

è primordiale de' corpi, come una legge generale d la natura che può non avere altra causa che la s volontà del Creatore. Bisogna confessare, che fac do così si scansano tutte le difficoltà; ma non bi gna lusingarsi che così si venga a rendere ragic fisicamente della gravità. Altri pretendono che la g vità sia l' impulso di qualche materia sottilissima invisibile. Ma quale è questa materia? come agis e perchè non ispinge i corpi se non in una direzic perpendicolare all' orizonte? Ecco quel che imperf tamente si può dire, ed a cui si sono opposti de' ziocinj a' quali non si è finora potuto rispondei Chi fosse curioso di giudicare da se stesso questi stemi, si troveranno nelle opere da noi disopra ci te (194); e si vedrà che non ve ne è alcuno d dia una soddisfacente ed intelligibile spiegazione su causa fisica della gravità. Altri finalmente dicono d la gravità altro non è che un particolare esempio d l' attrazione reciproca de' corpi. Ma questa azione corpi gli uni sugli altri, agenti come fuori di l stessi, senza intermedio ed a grandi distanze, non niente facile a concepirsi. *Cartesio* ha creduto di p ter rendere ragione della caduta de' corpi colle fo centrali. Ma se la sua idea fosse vera i corpi n tenderebbero al centro della terra, ma al di lei as il che è contro l' esperienza. Non abbiamo aduns sino ad ora veruna spiegazione che soddisfaccia su causa fisica della gravità. Lasciamo dunque la ca ed appigliamoci a conoscere gli effetti. Ciò soddis rà più, e nel tempo stesso sarà più utile.

Accade sovente che la gravità agisce sola sui corpi; ed allora cadono secondo le leggi stabilite. Altre volte la gravità agisce sui corpi unitamente a qualche altra potenza, il che fa sì che il moto si componga. Parleremo separatamente di questi due casi. Esaminiamo I. i fenomeni ne' quali la gravità agisce sola sui corpi: II. quelli ne' quali il moto si compone dalla gravità, e da qualche altra potenza.

Fenomeni ne' quali la gravità agisce sola sui corpi.

200. Non bisogna confondere queste due voci *gravità*, e *peso*, perchè esprimono due cose diversissime. La gravità di un corpo è la forza che lo sollecita a discendere, e il suo peso è la somma delle parti pesanti contenute sotto il suo volume. La gravità appartiene egualmente a tutte le parti d'uno stesso corpo. Questa forza non cresce o scema per la loro riunione o separazione, ma il peso di un corpo cangia come la quantità di materia che lo compone. Si può dunque dire che quantunque un piccolo corpo abbia meno peso che uno grande, pure abbia altrettanto di gravità, perchè l' uno e l' altro tendono a discendere dall' alto al basso colla stessa velocità.

201. Bisogna considerare nella gravità quel che si considera in tutte le altre potenze; cioè, I. la sua

direzione; II. la sua intensità, cioè la misura o la quantità della azione sui corpi.

202. La sua direzione è sempre perpendicolare all'orizonte. Si esprime ancora questa direzione con una tendenza al centro della terra, il che sarebbe precisamente lo stesso se la terra fosse sferica; perchè allora ciascuna linea perpendicolare alla sua superficie sarebbe il prolungamento di un raggio. Ma la terra essendo una sferoide compressa ai poli; le linee perpendicolari alla sua superficie non vanno a terminar tutte al cerchio, ma a differenti punti che compongono uno spazio attorno il centro. Ma siccome questo spazio è molto piccolo, si può senza errore sensibile riguardare il centro della terra come quello de' corpi gravi.

203. Riguardo all'intensità della gravità, o alla misura della sua azione sui corpi, vi sono parecchie questioni che bisogna esaminare e risolvere. Bisogna sapere, I. se questa azione è la medesima in tutti i corpi, cioè se ella tende a far discendere tutti i corpi colla stessa velocità; II. se la misura di questa azione è la stessa in tutti i tempi; III. se ella è la stessa in tutti i luoghi; IV. se varia nello stesso corpo; V. nel caso che varia, se cresca o scemi; VI. nell'uno o nell'altro caso, come si facciano i suoi progressi.

204. L'esperienza non c'insegna che appresso appoco quanto spazio percorra un corpo in un tempo dato in virtù della sua gravità, perchè vi sono sempre

degli ostacoli inseparabili dallo stato naturale da superarsi, come lo provano i corpi che obbediscono ad ogni altra potenza (75). La resistenza de' mezzi che varia come le densità loro (76); la figura del corpo che cade (79. 80. 81); il rapporto della sua massa al suo volume o la sua densità (24); la porzione del peso che perde nell' aria (321): tutto ciò impedisce che si conosca giustamente la misura primitiva dell' azione della gravità sui corpi. Si sa solamente che, per esempio a Parigi e ne' suoi contorni un corpo di piccolo volume e di molta massa, come una palla di piombo, nell' aria libera percorre 15 piedi nel primo minuto secondo della sua caduta. Si vedrà fra poco perchè si tien conto di tutte queste circostanze.

205. I. La misura dell' azione della gravità è ella la stessa in tutti i corpi? Si è per lungo tempo creduto che la gravità ed il peso fossero sinonimi, e che i corpi avessero una tendenza a cadere tanto maggiore, quanto più avevano di massa. Ciò era verisimile: in fatti si vedeva sempre, come si vede anche ora, che un corpo poco denso, come una penna, cadeva con minor velocità di un corpo più denso, come sarebbe una pietra. Ma un più o un meno non decide la questione, quando non è proporzionale alla causa che si sospetta. *Galileo* è il primo che abbia misurato questo *meno*, ed avendo trovato che non corrispondeva alla differenza del peso, immaginò che la gravità agisse con una forza eguale sulla penna e sulla pietra, e che la differenza della loro caduta nascesse unicamen-

te dalla resistenza dell' aria, che si faceva più sentire su quello de' due corpi che avesse minor massa (207). Questo raziocinio era benissimo fondato, e si vede quanto è giusto se si lasciano cadere dei corpi nel vuoto; allora di qualunque natura essi sieno, cadono tutti colla stessa velocità. La misura dell' azione della gravità è dunque la stessa in tutti i corpi. La resistenza dell' aria adunque è la causa della differenza della loro caduta, quando non sono nel vuoto.

206 Si può ancora valutare questa differenza e sentirne la ragione. La quantità del moto de' corpi si valuta dalla loro massa e dalla loro velocità (63). Frattanto se noi, come dobbiamo fare, riguardiamo la gravità come una forza che imprime una velocità comune ed eguale a tutti i corpi, le quantità del moto di due corpi che cominciano a cadere, non possono differire fra loro che per la massa, e devono essere a lei proporzionali. Supponiamo dunque una palla di piombo che pesi 24 oncie, e una palla di legno dello stesso diametro che pesi 2 oncie: poichè le loro prime, o iniziali velocità sono eguali, le loro quantità di moto nel primo istante della caduta saranno come le loro masse, cioè 24 nel piombo, e 2 nel legno. Supponiamo frattanto che nel tempo delle loro cadute, la resistenza dell' aria (che è eguale per i due corpi, poichè hanno lo stesso volume e la stessa figura) abbia tolto a ciascuno di loro un grado di moto. Il piombo non ne avrà perduto che un ventiquattresimo di quello che aveva, ed il legno ne

avrà perduto la metà. Il ritardo sarà dunque molto più considerabile nel legno che nel piombo, quantunque questi due effetti procedano dalla stessa causa. Ecco perchè i corpi cadono nel pieno con tanto meno velocità quanto minore è la massa; mentre nel vuoto cadrebbero tutti con una velocità eguale.

207. Si sono fatte delle esperienze in grande sulla caduta diretta de' corpi tanto in Italia, che in Francia, in Inghilterra, e in Germania, le quali provano quel che abbiamo detto. Ma *Desaugüillers* ha fatte queste esperienze con più vantaggio di tutti alla Torre di S. Paolo di Londra che è alta 272 piedi inglesi che equivalgono a 255 piedi francesi. Egli fece cadere da quest'altezza due globi di 5 pollici e mezzo di diametro, uno de' quali pesava 2610 grani, e l'altro soli 137 e mezzo. Le masse erano dunque presso appoco nel rapporto di 19 a 1. Il più pesante terminò la sua caduta in 6 secondi e mezzo, l'altro in quasi 19 secondi. Dunque I. la velocità della caduta non è proporzionale alla massa, perchè il più leggiero avendo impiegato 19 secondi a cadere, il più grave doveva cadere in 1 secondo, e ne ha spesi 6 e mezzo: Dunque II i corpi cadono nel pieno con tanta minore velocità, quanto minore è la massa, perchè il globo che ha speso nel pieno 6 secondi e mezzo a percorrere 255 piedi francesi, avrebbe, secondo le leggi di accelerazione che stabiliremo (216), percorso nel vuoto in detto tempo 633 piedi e tre quarti; ecco dunque 378 piedi e tre quarti di meno per la resisten-

za dell' aria ; e il globo che ha impiegato nel piend 19 secondi a percorrere 255 piedi, avrebbe percorso nel vuoto nell' istesso tempo 1353 piedi e tre quarti: ecco dunque 1098 piedi e tre quarti di ritardo per la resistenza dell' aria ; dunque questa resistenza dell' aria produce sui corpi che cadono tanto maggiore ritardo nella loro caduta, quanto minore massa hanno (205) *Newton* ha confermato questo principio per mezzo delle vibrazioni delle palle sospese a de' fili, e delle quali ha posto in diversi rapporti fra loro i diametri ed i pesi. Faremo vedere che queste vibrazioni sono un effetto della gravità (258). Se dunque due palle dello stesso diametro, dello stesso peso, e sospese a fili di eguali lunghezze fanno, nell' istessa aria vibrazioni simili in ampiezza e in durata, si vede che sono animate da gravità eguali, e non si deve cambiare di sentimento se la differenza che produce la diminuzione o l' aumento di peso non segue il rapporto delle masse.

208 Mediante questo principo si spiega facilmente perchè la stessa materia cada più lentamente a misura che si divide ; per esempio un pezzo di legno ridotto in ischegge cade molto più lentamente che quando è intiero. Mediante la sua divisione acquista maggior superficie ; maggiore ne presenta al mezzo resistente che per questa ragione lo fa più ritardare nella sua caduta. Senza questa resistenza dell' aria che ritarda e divide i corpi, le di cui parti hanno fra loro poca aderenza, la caduta di un vaso d' acqua sarebbe da temersi egualmente che quella di una pietra o di un

ghiacciolo dello stesso peso. Per questa ragione la grandine cade con più velocità che la pioggia, e fa danno nelle nostre campagne: e senza questa resistenza dell' aria che ritarda la caduta de' corpi, la più piccola gragnuola sarebbe capace per l' estrema velocità della sua caduta di ammazzare uomini ed animali.

209 II. La misura dell' azione della gravità è la stessa in tutti i tempi, perchè i corpi cadono oggi come cadevano migliaja d' anni fa; per questa parte non vi è dunque variazione.

210 III. La misura dell' azione della gravità è ella la stessa in tutti i luoghi? Riguardando come centro de' gravi quello della terra, si è dubitato che a diverse distanze da questo centro l' intensità, o la misura dell' azione della gravità non fosse la stessa; che ella agisse con tanta minor forza sui corpi, quanto più fossero lontani dal centro della terra. Volendo conoscere coll' esperienza se questo sospetto era bene o mal fondato, si sono fatti cadere de' corpi dalle maggiori altezze, ed alle maggiori profondità che sia stato possibile. Ma non avendo in queste cadute trovata veruna differenza sensibile, si è creduto che l' intensità della gravità fosse uniforme a tutte le distanze, fino a che non si sono avute ragioni per credere il contrario. *Newton* è stato quello che ci ha somministrate queste ragioni. Non solo assicura che la gravità agisce tanto meno su i corpi, quanto più sono lontani dal centro della terra, ma di più dà delle

regole per valutare questa diminuzione. Ci dice, ed in maniera da esserle creduto, che se la luna fosse abbandonata alla sua forza centripeta, essa discenderebbe verso la terra percorrendo circa 15 piedi e un pollice nel primo minuto della sua caduta. Ma questo è lo spazio che i corpi posti verso la superficie della terra percorrono nel primo minuto secondo della loro caduta (204): e se cadessero liberamente per il tempo di un minuto, e facendo astrazione della resistenza dell'aria, a motivo dell'accelerazione della loro caduta, della quale parleremo fra poco (216), percorrerebbero 3600 volte questo spazio. Un corpo che cadesse dalla luna verso la terra cadrebbe dunque 3600 volte più lentamente. Ma la luna è lontana circa 60 volte dal centro della terra più che non lo sono i corpi che sono alle superficie (1871); e 3600 e il quadrato di 60; dunque si deve concludere con *Nevvton* che l'azione della gravità su i corpi descresce come aumenta il quadrato della distanza. Nelle opere stesse di *Nevvton* bisogna cercare le prove di ciò che asserisce, prove fondate sopra sicure nozioni. (*ved. i suoi Prim. di filos. nat. Tom. 1 Prop.* 4) Ecco presso appoco come si può giudicare della quantità dell'azione della gravità su i corpi all'altezza della luna, dalla quantità della medesima azione su i corpi che sono verso la superfizie della terra, supponendo, come ha fatto *Nevvton* (che è il probabile), che la forza centripeta della luna sia la stessa che quella de' corpi terrestri. Supponiamo che

g. 21) rappresenti la terra; L la luna; L
: l'orbita di questo pianeta. E' certo che la
ion circola attorno alla terra che in conseguen-
due potenze, le quali nello stesso tempo agis-
opra di lei (174), l'una la sua forza centri-
ie la spinge o tira verso la terra nella direzio-
raggio L T della sua orbita; e l'altra la for-
ttifuga risultante dal suo moto di circolazione
che la spinge nella tangente L F. Egli è cer-
ltre, come lo abbiamo osservato (166), che
corpo obbedisce nello stesso tempo a due po-
, come L D, L E, si conosce il rapporto di
due potenze mediante la diagonale L C, che
corpo descrive. Supponiamo dunque che L C
rco dell'orbita che la luna percorre in un mi-
è evidente che il seno verso L D di questo
ppresenta quanto la luna discenderebbe verso
a T, se non obbedisce che alla sua forza cen-
. Ma considerata la distanza della luna dalla
e la sua velocità media, L D si trova, se-
Newton, essere di piedi 15 pollici 1, linea
uattro noni. Ecco dunque lo spazio che per-
bbe la luna in un minuto, in virtù della sua
. L'intensità di questa forza su i corpi è dun-
versa a diverse distanze dal centro della terra,
esce come aumenta il quadrato delle distanze.
Non abbiamo altezze grandi bastantemente per
iare coll'esperienza questa teoria della caduta
de' corpi; ma i Sigg. *Bouguer*, *e de la Conda-*

mine vi hanno supplito colla seguente esperienza. Hanno fatto oscillare un pendulo nel tempo della rivoluzione di una stella fissa (faremo vedere (258) che queste oscillazioni sono un effetto della gravità I, al basso; II. nella sommità d' una delle montagne delle Cordiliere, e hanno misurato la differenza delle altezze perpendicolari di queste due stazioni. Il numero delle vibrazioni è stato minore nello stesso spazio di tempo nella cima che al basso della montagna, e questo minor numero si è benissimo accordato colla teoria di *Newton*.

212 L'intensità della gravità deve ancora essere diversa ne' varj climi della terra. Perchè la terra volgendosi sul proprio asse, ciascun punto della sua superficie egualmente che i corpi che vi sono posti prendono una forza centrifuga (174) che diminuisce gli effetti della gravità; poichè vi è opposta (166). Ma questa forza centrifuga non diminuisce egualmente per tutto gli effetti della gravità, perchè ella è tanto maggiore in ciascuno de' corpi che circolano, quanto maggiori sono i cerchi che descrivono in tempi eguali (281), poichè allora hanno più velocità. Ma quelli che sono sotto l'equatore o vicini ad esso descrivono cerchi maggiori, che quei corpi che sono verso i poli; dunque gli effetti della gravità su quelli sono più diminuiti; tanto più che la forza centrifuga è direttamente opposta alla gravità sotto l'equatore, ed obliquamente opposta in ogni altro luogo, e tanto più obliquamente quanto s' avvicinano

ai poli

i poli: perchè supponiamo A B (*fig.*22) l'asse sul uale si volge la terra: D E, o G P il diametro del o equatore. I. Il corpo che gira in G descrive in 4 ore un maggior cerchio che quello che gira in F, di cui cerchio descritto ha per diametro F N più iccolo di D E. II. La forza centrifuga in G ha la ua direzione per G O che è il prolungamento del aggio C G (176): e la forza centripeta ha la sua direzione per G C; dunque queste due forze sono quì irettamente opposte. Ma in F, la forza centrifuga a la sua direzione per F L prolungamento del raggio M F tirato dal taglio M dell'asse, nel quale il corpo i muove in giro; e la forza centripeta ha la sua direzione per F C: dunque queste due forze quì non ono che obliquamente opposte. I corpi dunque cadoo più lentamente verso l'equatore che verso i poli. Questo è infatti ciò che è stato provato coll'esperienza fatta a Caienna nel 1672 dal *Richer*. Osservò che un pendulo di una conveniente lunghezza per battere secondi a Parigi, misurava a Caienna tempi più lunghi; e faremo vedere (258) che il moto d'oscillazione di un pendulo è un effetto della gravità. Questa esperienza è stata dipoi ripetuta da parecchi buoni Osservatori, fra gli altri dagli Accademici che sono andati al Perù, e da quelli che hanno fatto il viaggio del Nort per le misure relative alla figura della terra, ed ha sempre provato che i corpi cadono più lentamente verso l'equatore che verso i poli, e che questo ritardo diminuisce a proporzione che la latitudine del luogo aumenta.

Questa è la stessa esperienza che ha provato dimostrativamente la rotazione della terra sul suo asse, e che ha fatto dubitare della sua sfericità. Perchè, poichè la terra gira, le sue diverse parti acquistano delle forze centrifughe (174) che non sono eguali in tutta la sua estensione (212); poichè le parti che sono sotto l'equatore descrivono un gran cerchio in 24 ore: quelle che sono verso i cerchi polari descrivono in tempo eguale un cerchio il di lui diametro è molto minore, e quelle che sono sotto i poli non girano punto. *Huyghens*, e *Nevvton* appena furono informati di questa esperienza, che fondati sulle leggi della statica, e delle forze centrali, sospettarono che la terra non fosse sferica, ma che fosse una sferoide schiacciata ai poli. Perchè, dicono essi, affinchè i raggi della terra C G, C P (*fig.* 22) che corrispondono all'equatore sieno in equilibro con quelli C A, C B che corrispondono ai poli, bisogna che i primi sieno più lunghi degli altri di una quantità proporzionale alla diminuzione della loro gravità prodotta dalla forza centrifuga. Hanno dipiù spinto il loro calcolo a determinare questa quantità. Secondo *Huyghens* il diametro dell'equatore sta all'asse della terra, come 578 a 577: e secondo *Nevvton* come 230 a 229, onde non vi corre molto dall'uno all'altro. La teoria di questi due grandi uomini è stata confermata dopo degli studj degli Academici, de' quali abbiamo parlato (212), e che sono stati gli uni al Perù, e gli altri nel Nort per prendere la misura di un grado del meridiano in questi differenti climi, per conoscere, me-

diante ciò, se la terra era sferica, o no. Nell' opere di questi bisogna vedere il dettaglio delle loro operazioni, delle quali non darò qui che il risultato. Il raggio dell' equatore della terra è di 3, 281, o 15 tese: la metà del suo asse è di 3, 265, 752 e mezzo: la differenza di tese 15269 e mezzo dà la compressione della terra verso i poli. Questa differenza sull' asse intiero è eguale a 213 leghe di Francia di 2283 tese l' una, più 842 tese; dal che ne segue che il diametro dell' equatore è più grande che l' asse della terra di leghe 13 e un terzo in circa; il che dà il rapporto del diametro dell' equatore all' asse, come 215 a 214, rapporto al quale molto s' avvicina quello di *Newton* (*vedasi la Grandeur et la figure de la Terre*) opera in seguito alle *Memoir. de l' Accadem. des Scien.* per l' anno 1718. Si possono vedere ancora sull' istesso oggetto le opere degli Accademici che sono stati a tal fine al Perù, e nel Nort.

214 IV. La misura dell' azione della gravità varia ella nello stesso corpo? Se si misura, come infatti leve misurarsi questa varietà di azione, per la velocità colla quale un corpo discende, essa può variare nello tesso corpo secondo che è caldo o freddo, secondo a figura di questo corpo, secondo il rapporto della sua nassa al suo volume ec. Tutte queste cause di variazioni sono accidentali; e nascono dalla resistenza del nezzo (78), che il corpo è costretto di traversare. Ma n' altra variazione, che dipende unicamente dalla ravità è quella che succede ad un corpo nel tempo

che cade. Pare che questa forza sia nel mobile istesso: essa agisce sopra di lui per tutta la durata della sua caduta altrettanto, quanto ha agito in principio; in maniera che ad ogni istante gli dà un nuovo impulso, donde nasce un nuovo grado di velocità. Un corpo che ha ceduto alla sua gravità per un secondo, ha dunque una velocità attuale più grande che quella che avrebbe avuta se non fosse caduto che per un mezzo secondo. Perchè si sa che un corpo che cade liberamente produce un urto tanto più grande, quanto più cade da alto: in tal caso l'intensità di questo urto non può aumentare che per la velocità, perchè noi supponiamo la stessa massa essendo lo stesso corpo. La velocità di questo corpo si accresce dunque a ciascheduno istante.

215 V. L'intensità della gravità va dunque aumentando nell' istesso corpo per tutto il tempo che cade. Ma secondo qual legge si accresce la sua velocità? L' esperienza prova che questo accrescimento di velocità è proporzionale all' altezza della caduta, e non alla sua durata. Si facciano cadere diversi corpi di figure eguali da altezze che stieno fra loro in ragione inversa della massa di questi corpi, e produrranno tutti il medesimo sforzo: dunque tutti hanno delle quantità eguali di moto (63), il che non potrebbe essere, se le velocità acquistate alla fine di ciascheduna caduta non fossero proporzionali all' altezza di queste cadute. Dunque ec.

216 VI. Poichè la velocità di un corpo che cade si accresce a ciascuno istante, quale è dunque a cia-

scuno istante la progressione di questo accrescimento di velocità? Ancor quì appartiene all' esperienza ad istruirci, ed ecco come. Se si fa cadere liberamente un corpo che abbia molta massa, e poco volume, affine di avere il minor ritardo possibile per la resistenza dell' aria, si vedrà che nel primo minuto secondo di caduta percorre uno spazio, tre spazj nel secondo, cinque spazj nel terzo, e così aumentando sempre di due spazj eguali ciascuno allo spazio percorso nel primo minuto secondo. Dal che ne segue che la velocità di un corpo che cade si accresce a ciascuno istante nella progressione aritmetica de' numeri impari 1, 3, 5, 7, 9, ec. Da ciò ancora ne segue, che la somma degli spazj percorsi alla fine di ciaschedun tempo è come il quadrato de' tempi. Perchè alla fine del primo tempo non vi è uno che spazio percorso; il quadrato di 1 è 1: alla fine del secondo tempo vi sono 4 spazj percorsi, 1 nel primo tempo, e 3 nel secondo; il quadrato di 2 è 4: alla fine del terzo vi sono 9 spazj percorsi; il quadrato di 3 è 9: alla fine del quarto tempo 16; il quadrato di 4 è 16: ec. La vera ragione di questa accelerazione, e secondo questa legge, si è che un corpo in un tempo dato caduto d'una quantità determinata, ha alla fine di questa caduta una velocità acquistata capace di farlo discendere in virtù soltanto di questa velocità acquistata, e indipendentemente dall' azione della gravità, di una quantità dupla dello spazio che ha percorso nel primo tempo. Supponiamo un corpo che sia caduto di 15 piedi in un secondo; questo cor-

po ha alla fine della sua caduta una velocità acquistata capace di farlo cadere di 30 piedi nell' altro secondo; e siccome la gravità è una forza che risiede nel corpo stesso, la quale agisce continuamente sopra di lui, e con tanta forza a tutti gli istanti della sua caduta, con quanta al principio (214), bisogna, per l' azione della gravità nel secondo minuto secondo, aggiungere ai 30 piedi uno spazio di 15 piedi eguale allo spazio percorso, in virtù della gravità, nel primo minuto secondo. Ecco dunque nell'altro secondo tre spazj percorsi, ciascuno de' quali è eguale allo spazio percorso nel primo minuto secondo. Si farà lo stesso raziocinio per gli altri minuti secondi che succedono.

217 Nè ciò è una supposizione gratuita: Il Dottore *Athvvood* ha immaginato un mezzo semplice per provare coll' esperienza che quando un corpo è caduto, in un tempo dato, di una quantità determinata, se si fa in modo che la gravità cessi di agire su questo corpo, continua a cadere con una velocità uniforme, e senza alcuna accelerazione percorrendo in ciascun tempo seguente ed eguale al primo uno spazio doppio di quello che è stato percorso nel primo tempo. Ecco in che consiste l' essenziale di questo strumento. Una puleggia A (*fig.* 23) di 6, o 7 pollici di diametro mobilissima, e sospesa in una maniera qualunque: due corpi cilindrici di metallo B, C perfettamente eguali fra loro in diametro e in peso: una corda molto sottile D E F: un piccolo peso G di circa mezz' oncia rotondo, e idoneo ad esser po-

sto sul corpo B: un altro piccolo peso H lungo, ed eguale in peso all' altro G: un regolo quadrato K L: un cerchio di metallo I che possa fermarsi al regolo quadrato, e che sia tanto largo, onde lasciar passare liberamente il corpo B. Fate passare sulla puleggia A la cordicella D E F, all' estremità della quale appenderete i corpi B, C. Questi due corpi essendo eguali in peso, staranno in equilibrio tra loro: per rompere questo equilibrio, e far discendere il corpo B, caricatelo del peso G, e situate la sua parte inferiore all' altezza segnata zero. Avendo un pendulo che misuri de' tempi eguali appropriati alla caduta di questo corpo, alla fine del primo tempo la parte inferiore del corpo B sarà in 1; alla fine del secondo sarà in 4; alla fine del terzo sara in 9; ec. secondo la progressione de' numeri impari stabilita di sopra (216. Per far cessare frattanto l'azione della gravità su questo corpo B riportatelo in alto, e fate di nuovo corrispondere la sua parte inferiore a zero. Poi caricatelo del peso H in vece del peso G, e lasciatelo cadere. Alla fine del primo tempo, quando la parte inferiore del corpo B corrisponderà a 1, il peso H che è più largo che il diametro del cerchio I, resterà su questo cerchio, il che toglierà al corpo B ogni eccesso di peso che aveva sul corpo C, e farà cessare sopra di lui l' azione della gravità. Allora questo corpo B continuerà a muoversi con una velocità uniforme, percorrendo in ciaschedun tempo seguente uno spazio duplo di quello che avrà percorso nel primo; in maniera che la sua parte inferiore nel primo tem-

po corrispondendo a 1, alla fine del secondo corrisponderà a 3; alla fine del terzo corrisponderà a 5; alla fine del quarto a 7, alla fine del quinto a 9 ec. Invece che se la gravità avesse continuato ad agire sul corpo B, avrebbe corrisposto a 9 alla fine del terzo tempo (216).

218 Per ben concepire ciò rappresenteremo con linee i tempi e le velocità acquistate. Supponiamo la linea A D (*fig.* 24) rappresentante tre tempi eguali AB, BC, CD. Questi tempi, per quanto brevi sieno, possono esser divisi in quanti istanti si vorrà; dividiamoli ciascheduno in 6 istanti *Aa*, *ae*, *ee*, *eg*, *gi*, *iB* ec. La gravità agendo in tutti gl'istanti sul corpo che cade (214) gli farà acquistare ad ogni istante una nuova velocità. Rappresentiamo la velocità acquistata alla fine del primo istante colla linea *ab*; la velocità acquistata alla fine del secondo istante, sarà rappresentata dalla linea *cd* dupla della linea *ab*, poichè è il prodotto di una impressione due volte ripetuta. Per la stessa ragione la velocità acquistata alla fine del terzo istante sarà rappresentata dalla linea *ef*, ec. ed in conseguenza la velocità acquistata alla fine del sesto istante dalla linea BE, sei volte tanto lunga quanto *ab*, come risultante da sei successivi impulsi; ed il triangolo A B E rappresenterà lo spazio percorso nel primo tempo A B. Supponiamo frattanto che la gravità cessi di agire, il corpo continuerà a muoversi colla velocità acquistata B E, e percorrerà nel secondo tempo B C due spazj eguali allo spazio percorso nel primo tempo A B. Per.

bè per conoscere lo spazio percorso in questo secon-
o tempo in virtù della velocità acquistata, bisogna
oltiplicare questa velocità B E per il tempo B C
56), il che dà il quadrato B C F E, il quale con-
ene due triangoli B C E, eguali ciascuno al trian-
olo A B E che rappresenta lo spazio percorso nel
imo tempo A B. Ma siccome la gravità agisce nel
econdo tempo quanto ha agito nel primo, bisogna
ggiungere per l'azione della sua gravità nel secon-
o tempo il triangolo F H E; il che farà tre triango-
i, o tre spazj eguali ciascheduno allo spazio percor-
o nel primo tempo. Si vedrà ancora che nel terzo
empo C D vi sono cinque spazj percorsi: perchè al-
a fine del secondo tempo la velocità acquistata è
appresentata da C H; se dunque si moltiplica que-
ta velocità C H per il tempo C D, si avrà il paral-
elogrammo G D I H, che contiene quattro triango-
li, che rappresentano gli spazj percorsi in virtù delle
velocità acquistate: aggiungasi il triangolo I H K
er l'azione della gravità nel terzo tempo, ed egli
compirà i cinque spazj percorsi in questo tempo: e
così in seguito si troveranno 7 spazj per il quarto
tempo, 9 per il quinto ec.

219. Ne viene da ciò che un corpo caduto da una
certa altezza per più istanti si trova alla fine della
sua caduta avere una velocità acquistata capace di
farlo salire in un egual numero d'istanti tanto alto,
quanto il punto da cui discese, se qualche causa
cangia la sua direzione, perchè in virtù di questa
velocità acquistata ha una forza da portarlo ad uno

cità di quel che il fluido possa cedere, e che lo mo
ta per conseguenza in equilibrio col mezzo resiste
continua a muoversi, ma con una velocità uniform
e senza veruna accelerazione. I corpi che cadono a
rivano tanto più tardi a questa uniformità di velo
tà, quanto più la densità del mezzo è piccola, han
meno volume e più massa (208); la gragnuola arri
più tardi a questa uniformità di velocità della pio
gia, e la pioggia più tardi della neve.

Fenomeni ne' quali il moto è composto della gravità, e di qualche altra potenza.

228. La gravità è una potenza della quale abbiam
veduto la direzione (202), l'intensità (202 *e seg.*)
Se si conoscano le altre forze che agiscono unitame
te a lei su i corpi; si giudicherà facilmente de' risul
tati, perchè saranno sempre conformi alle leggi de
moto composto che abbiamo stabilite di sopra (160, *
seg.). Qui non avremo dunque altro che fare delle
applicazioni de' principj del moto composto.

229. Quando un corpo non obbedisce completa
mente alla sua gravità, dipende dall' essere ritenuto
da qualche ostacolo, o sollecitato da qualche forza
attiva che agisce in un' altra direzione che quella del
la sua gravità. Se l' ostacolo vi è direttamente oppo
sto ed invincibile, come sarebbe un piano orizzon
tale sul quale fosse posato il corpo, o una corda che
lo tenesse sospeso ad un punto fisso, il corpo si tro
va allora fra due potenze eguali ed opposte, cioè da

na parte l'azione della sua gravità, dall'altra la azione del punto fisso o del piano sul quale riposa il corpo rimane in quiete. Ma se l'ostacolo può cedere alla gravità; allora è il caso di due forze, l'una delle quali obbedisce all'altra secondo il valore del sub eccesso, ed il moto resta semplice ma ritardato (160), come quando i corpi gravi traversano, nel cadere, pe' mezzi resistenti (207).

230. Se l'ostacolo non è che obliquamente opposto alla gravità come sarebbe un piano inclinato o un filo di sospensione, oppure una forza attiva o proiettile che lanciasse il corpo in un'altra direzione che la perpendicolare all'orizzonte, allora il moto si compone di questa forza, e di quella della gravità.

Caduta de' corpi per i piani inclinati.

231. Supponiamo primieramente un piano incl
to. Un piano inclinato è quello che non è nè v
cale come *ac* (*fig.* 25), nè orizzontale come *cd*,
che come la linea *ad* forma un triangolo con
ste due prime linee, la verticale e l'orizzont
Questo piano è tanto meno inclinato quanto più
nalza al disopra del piano orizzontale, o, il che
na lo stesso, quanto la linea *ac* è più lunga co
rativamente alla linea *cd*. Supponiamo che *ac* si
lo spazio che il corpo *a* percorrerebbe in due te
cadendo liberamente, e per una caduta diretta e
pendicolare; percorrerebbe nel primo tempo *ab*,
secondo *bc* tre volte quanto *ab*, secondo le leggi d
accelerazione stabilita di sopra (216). Ma se qu
corpo *a* è costretto di seguire il piano inclinato *
si comporta precisamente come farebbe se non av
do il piano solido *ad* che lo sostenesse, fosse spi
nel primo tempo da una forza *af* in una direzi
perpendicolare al piano inclinato *ad*, la qual fo
continuasse in seguito a fare in ogni istante degli
goli eguali colla direzione della gravità, e che
facesse che variare d'intensità nella stessa porpor
ne che varia la gravità stessa. Nel primo tempo
corpo *a*, che in virtù della sua gravità sarebbe p
tato da *a* in *b*, e che in virtù della forza che abb
mo supposta andrebbe da *a* in *f*, seguirebbe la
nea *ae* diagonale del parallelogrammo *abef*,

ale le due potenze *ab*, *af*, rappresentano due lati, 62): questo corpo sarebbe dunque disceso molto eno che se avesse seguitato il solo impulso della sua avità; poichè non sarebbe disceso che della quanà *ai*, invece della quantità *ab*. Per il secondo mpo siccome le forze hanno tre volte più d' intenà che nel primo tempo, bisogna dunque rappresenre la gravità per *eg* tre volte lunga quanto *ab*, e altra forza per *eh* tre volte lunga quanto *af*, il e dà per il secondo tempo la diagonale *ek* tre vol lunga quanto *ae*. Per il terzo tempo le forze esndo rappresentate da *kl*, e *km*; la diagonale sarà lunga cinque volte tanto quanto *ae*, e per il arto tempo la diagonale sarà *nd* sette volte lunga anto *ae* ec.

Da questi principj ne segue:

232. I. Che un corpo non cade mai tanto veloce r un piano inclinato, quanto per una linea verticale, che è la sua direzione naturale; perchè se diendesse per la linea verticale *ac* arriverebbe in due npi al punto *c*; e seguendo il piano inclinato *ad* n arriva che in quattro tempi in *d* (231) che è allo sso grado d' abbassamento di *c*.

233. II. Che quantunque gli effetti della gravità no ritardati da' piani inclinati, pure la caduta de' pi per questi piani è accelerata secondo le stesse gi e proporzioni (216) che quando la gravità agisce a e liberamente (231). Perchè la linea *ek* che è

percorsa nel secondo tempo, è tre volte tanto lunga che la linea *a e* percorsa nel primo tempo, e la linea *k n* percorsa nel terzo è cinque volte lunga quanto ec.

234 III. Che la durata della caduta per il piano inclinato è più lunga che quella della caduta per la linea verticale, della stessa quantità di cui questo piano *a d* eccede in lunghezza la linea verticale *a c*, perchè *a d* lunghezza del piano è dupla in lunghezza di *a c* a'tezza dello stesso piano; ed abbiamo detto (231) che il corpo che non impiegherebbe che due tempi a percorrere *a c*, ne impiegherebbe 4 a percorrere *a d*. Dal che ne segue in generale: che *la durata della caduta per un piano inclinato qualunque, sta alla durata della caduta per la verticale di quel piano, come la lunghezza del piano alla sua altezza*.

235 IV. Che più il piano è inclinato all' orizzonte, più la caduta è ritardata: perchè allora la lunghezza del piano eccede di più la sua altezza. E se questo piano diventasse orizzontale, il corpo nel percorrerlo da un capo all' altro non cadrebbe, e la sua caduta sarebbe nulla.

236. Un corpo che è costretto di seguire un piano inclinato non tende dunque a cadere con tutta la sua gravità assoluta, come sarebbe se cadesse liberamente per una linea verticale; ma è soltanto sollecitato dalla sua gravità respettiva, cioè dalla porzione dello sforzo della sua gravità che non è superato dal piano inclinato. La gravità respettiva d' un medesimo corpo varia secondo l' incli-

inclinazione del piano che è costretto a seguitare. il che ne segue:

237 I. Che se si prende per seno totale la lunghezza *a d* del piano, la sua altezza *a c* sarà il seno dell' golo d' inclinazione *a d c*: la gravità assoluta del rpo *a*, ch' è obbligato a seguire questo piano inclito sta dunque alla sua gravità respettiva, come il no totale sta al seno dell' angolo d' inclinazione.

238 II. Che le gravità respettive del medesimo rpo su differenti piani inclinati stanno l' una ' altra, come il seno degli angoli d' inclinazione.

239 III. Che più l' angolo d' inclinazione è grande, l ancora è grande la gravità respettiva; perchè altra il piano è meno inclinato, e sostiene meno il rpo.

240 IV. Che in un piano verticale dove l' angolo inclinazione è il più grande, poichè è formato da a perpendicolare; la gravità respettiva è egnale al- gravità assoluta; e in un piano orizzontale, dove n vi è alcuna inclinazione, la gravità respettiva annichila totalmente; perchè allora il piano sostiene intiero peso del corpo.

241 Lo spazio percorso sopra un piano inclinato un corpo pesante in un tempo dato, sta allo spa- che questo corpo percorrerebbe in un tempo e- lle in un piano perpendicolare, come l' altezza di sto piano sta alla sua lunghezza; e in conseguencome il seno dell' angolo d' inclinazione sta al se- totale (237).

242 L'altezza A B (*fig.* 26) di un piano inclinato è sempre media proporzionale fra la lunghezza A C del piano, e lo spazio A D, che un corpo grave percorrerebbe sopra questo piano in un tempo eguale a quello che gli bisognerebbe per cadere perpendicolarmente dall' altezza A B di questo stesso piano. Se dunque dall' angolo retto B si conduce una perpendicolare B D sopra A C, si avrà A C: A B:: A B: A D. Dunque un corpo pesante discendendo su questo piano inclinato verrebbe dal punto A in D nel tempo stesso in cui cadrebbe perpendicolarmente dal punto A al punto B.

243 Per questo essendo dato lo spazio A B della caduta perpendicolare in un tempo determinato, secondo l' altezza del piano, se si conduce una perpendicolare dal punto B termine di questa caduta sopra A C, si ha lo spazio A D che deve essere percorso nel tempo stesso sul piano inclinato A C.

244 Egualmente essendo dato lo spazio A D percorso sul piano inclinato A C in un tempo determinato, si trova lo spazio A B che sarebbe percorso perpendicolarmente nel medesimo tempo; conducendo dal punto D una perpendicolare ad A C, cioè D B che riscontri il piano verticale in B.

245 Dal che ne segue che nel cerchio A D E F B G (*fig.* 27) un corpo pesante discenderà per uno qualunque siasi di questi piani inclinati, A D, o A E, o A F, o A G ec. in un tempo eguale a quello che gli bisognerebbe per cadere per il diametro A B, sup-

mendolo perpendicolare al piano orizzontale L N: rchè il diametro A B è sempre medio proporzio- le (242) fra il piano A D, e la lunghezza del pia- inclinato A L, di cui fa parte il piano A D, o fra iano A F, e la lunghezza del piano inclinato A H, cui questo piano A F fa parte.

246 Così pure, se il diametro A B di un cerchio perpendicolare alla linea orizzontale H I; un cor- pesante discenderà da un punto qualunque o D, o o F, o G, ec. della circonferenza di questo cer- per li piani inclinati D B, E B, F B, G B, ec. l' istesso tempo che discenderebbe per il diametro posto verticalmente. Ciò si deduce facilmente articolo precedente (245); perchè non vi è alcu- di questi piani che non possa avere il suo paralle- d eguale tirato dall' estremità superiore A del dia- ro.

247 Dal che ne segue questa proposizione generale *un corpo impiega per discendere obliquamente per corda qualunque di un cerchio tanto tempo, quan- ne bisognerebbe per il diametro intiero di questo hio posto verticalmente*. Perchè tutte queste linee D, A E, A F, A G, D B, E B, F B, G B, sono ttante corde di questo cerchio; ed abbiamo vedu- (235, e 246) che ciascheduna di queste linee è per- sa da un corpo pesante in un tempo eguale a quel- chè impiegherebbe se percorresse il diametro A B, po- verticalmente. Di più ogni linea retta condotta dall' emità B del diametro ad un punto D della circonfe-

renza è perpendicolare alla linea condotta dall'altra stremità A, all'istesso punto D: ella dunque indica termine della caduta per il piano inclinato A D (24

248 Ne segue parimente che se si concepisce A come il diametro di un cerchio, e che si prenda que ta linea per il prodotto della caduta perpendicolare un tempo dato, la circonferenza di questo cerchio p serà per tutte l'estremità D, E, F, G, ec. di tutte cadute oblique terminate nel medesimo tempo. Qu to metodo una volta conosciuto è semplicissimo p conoscere tutto ad un tratto il rapporto delle cad oblique fra loro, egualmente che colla caduta p pendicolare; perchè non vi è linea che non si po supporre essere il diametro di un cerchio.

249 Dato lo spazio A D (*fig.* 26) percorso in tempo determinato sopra un piano inclinato A C, vuole determinare lo spazio che sarà percorso nel desimo tempo sopra un altro piano inclinato. D punto D si conduca, come abbiamo detto di so (244), una perpendicolare D B, che riscontri la ve ticale A B al punto B; la lunghezza A B sarà lo s zio che il corpo percorrerà in questo stesso tempo dendo perpendicolarmente. Però se dal punto B s'i zi una perpendicolare B F sul piano A F; A E sar parte di questo piano inclinato che il corpo percor rà nell'istesso tempo che se cadesse perpendicolarm te dal punto A al punto B; e per conseguenza medesimo tempo che percorrerebbe la parte A D n altro piano inclinato A C.

250 Così, poichè A B sta ad A D, come il seno
ale A C al seno A B dell'angolo d'inclinazione
(242); e perchè A B sta ad A E, come il seno
ale A F al seno A B dell'angolo d'inclinazione
gli spazj A D, A E che il corpo percorre nello
sso tempo sui differenti piani inclinati staranno re-
rocamente, come le lunghezze A C, A F, de'pia-
di eguale altezza: cioè, A D starà ad A E, co-
: A F ad A C.

251 Le velocità acquistate nel medesimo tempo per
cadute d'un corpo su differenti piani inclinati so-
come gli spazj percorsi nell'istesso tempo: Esse
o ancora reciprocamente come le lunghezze A C,
F de'piani di eguale altezza; cioè la velocità ac-
stata per la caduta di un corpo per la linea A D,
alla velocità acquistata per la caduta di un corpo
la linea A E, come A F, ad A C.

252 Se si dà ad un corpo un impulso per farlo an-
e in alto secondo una direzione qualunque, per-
dicolare od obliqua, (supponiamo che ciò succe-
in un mezzo non resistente; o facciamo astrazio-
della resistenza del mezzo) la velocità di questo
po sarà ritardata dalla sua gravità, come sarebbe
elerata se discendesse (216): e gli spazj che que-
corpo percorrerà in tempi eguali decresceranno
ordine inverso come i numeri impari 7, 5,
1, (219). E quando la forza impressa sa-
saurita, il corpo ridiscenderà per lo sforzo della
gravità.

253 Dal che ne segue, che essendo dato il tem che impiega un corpo a salire ad un' altezza data, facile il determinare lo spazio percorso in ciascu istante da questo corpo. Perchè suppongasi che q sto corpo discenda da questa medesima altezza i medesimo tempo, sarebbe facile trovare quale è spazio percorso a ciascuno istante: prendendo que spazj in un ordine a rovescio, saranno gli stessi quelli che si cercano. Supponete per esempio che corpo lanciato perpendicolarmente salga ad un' alt za di 240 piedi nel tempo di 4 secondi, e che si c chino quali sono gli spazj percorsi ne' differenti te pi di questa ascensione. Se il corpo fosse discen lo spazio percorso nel primo minuto secondo sarel stato di 15 (204), nel secondo di 45, nel ter di 75, nel quarto di 105 piedi (216). Per con guenza lo spazio percorso nel salire sarà nel pri secondo di 105, nel secondo di 75, nel terzo di nel quarto di 15 piedi. Allora il corpo ricomincier be a discendere coll' ordine sopra detto.

254 Dal che ne segue che un corpo che s' inal con una certa velocità, sale ad un' altezza eguale quella d' onde bisogna che cada per acquistare per accelerazione della sua caduta (216) la velocità in ziale colla quale si è inalzato.

255 Dunque, reciprocamente un corpo che cade quista per l' accelerazione della sua caduta, una v locità capace di farlo risalire all' altezza dalla qu è caduto. E siccome la velocità de' corpi che cado

obliquamente, o per de' piani inclinati è accelerata secondo le medesime leggi e proporzioni, che quando la gravità agisce sola (233), poco importa in qual direzione si facciano la caduta, e l' ascensione.

256 Così quantunque la velocità di un corpo che discende per un piano inclinato sia sempre minore che che quella del medesimo corpo che cadrebbe perpendicolarmente (232), egli è vero tuttavia, e l' esperienza lo prova, che a ciascun punto della sua caduta obliqua la sua velocità acquistata è eguale a quella che egli avrebbe se fosse caduto perpendicolarmente da una simile altezza; la sola differenza che vi è consiste nel volervi più tempo per acquistare questa velocità, mediante una caduta obliqua, che mediante una caduta perpendicolare. Se un corpo discende per il piano inclinato *ad* (*fig.* 28), o successivamente per i tre piani differentemente inclinati *ab*, *bc*, *cd*, o per l'arco del cerchio *abcod*, o per la curva *mnod* egli ha, quando è arrivato in *d*, una velocità acquistata eguale a quella che avrebbe se fosse caduto perpendicolarmente dall' altezza *h d*: e questa velocità è capace di farlo risalire in *g*, altezza eguale a quella di *h* o di *m* ed *a*, punti da' quali il corpo si suppone che siasi partito (255). E' vero che gli abbisogna più tempo per acquistare questa velocità, perchè cade più veloce ver- ticale *h d*, che per la curva *m n* sto per questa curva, che per l'arco del ,

e più presto per questo arco di cerchio, che per i t
piani differentemente inclinati *a b*, *b c*, *c d*, e p
presto per questi tre piani che per il piano unico *a*
quantunque questo piano unico sia un cammino p
corto che gli altri. Ed eccone la cagione.

257. Se il corpo percorre i tre piani inclinati *a*
b c, *c d* percorrendoli sarà sostenuto successivamen
su de' piani tanto più inclinati quanto più si avvi
nerà al termine della sua caduta *d*. E' evidente, c
po quel che abbiamo detto (235) che se lo sforzo d
la gravità fosse uniforme, metterebbe più tempo a pe
correre il piano *c d* che non ne impiegherebbe a pe
correre il piano *a b*, perchè questo primo piano è p
inclinato dell'altro. Ma a causa dell'acceleraziо
della caduta (233), quando il corpo si trova in
dopo aver percorso i due piani *a b*, *b c*, egli ha d
le velocità acquistate, che non avrebbe se cominci
se a cadere dal punto *c*; e queste velocità sono ta
to più grandi, quanto più pronto è stato il princip
della caduta. Ma questo principio è tanto più pro
to, quanto meno inclinato è il primo piano percо
so, o fa colla verticale un angolo più acuto (235
E' facile il vedere dalla figura che il primo elemen
dell'arco del cerchio *a b c o d* fa colla verticale *a*
un angol[illegible]uto, che quello che colla medesim
[illegible]no inclinato *a b*; il principio del
[illegible]ù pronto per l'arco che per il pi
[illegible] corpo cade più veloce per l'arc
i tre[illegible] *a b*, *b c*, *c d*. Per

stessa ragione il piano *a b* facendo colla verticale *a p* un angolo più acuto che quello che fa colla stessa verticale il piano *a d*, il corpo cade più veloce per i tre piani *a b*, *b c*, *c d*, che per l' unico piano *a d*, quantunque quest' ultimo cammino sia più corto. Questa è ancora la ragione per cui il corpo cade più veloce per la curva *m n o d*, che per l' arco *a b c o d*, perchè il primo elemento *m* di questa curva fa colla verticale *m r* un angolo più acuto che quello che fa il primo elemento *a* dell' arco colla verticale *a p*. Questa curva *m*, *n*, *o*, *d* è chiamata cicloide: è famosa in meccanica per l' uso che ne fece *Huyghens* quando applicò il pendulo agli orivoli (266). Essa è ancora chiamata la *curva della più pronta discesa*. E' formata dalla rivoluzione di un punto della circonferenza di un cerchio che si sviluppa sopra una linea retta.

Moto d' oscillazione.

258. Questo ci fa strada a parlare del moto d' *oscillazione*, perchè il corpo che oscilla lo fa in virtù della sua gravità.

Si chiama *oscillazione o vibrazione di pendulo* il moto d' un corpo pesante attaccato con un filo, o mediante una verga ad un punto fisso, intorno al quale descrive un arco. Tale è il corpo A (*fig.* 29)

attaccato ad un punto fisso C dal filo C E, [e che] descrive l'arco B A D. La vera causa di questo moto è la gravità del corpo A, perchè se si porta questo corpo da A in B, e si abbandona a se stesso; in virtù della gravità caderebbe secondo la direzione B H perpendicolare all' orizzonte (202); ma essendo ritenuto dal filo C *e* ad una distanza sempre eguale dal punto C, non può discendere che descrivendo l'arco B A. Quando egli è arrivato al punto il più basso in A; ha acquistato per l'accelerazione della sua caduta una velocità eguale a quella che avrebbe acquistato cadendo verticalmente dall' altezza I A (256), la quale è capace di portarlo in un tempo eguale a quello della sua caduta ad una altezza eguale a quella da cui è disceso (255): è portato dunque in D, descrivendo l'arco A D, e ritardando la sua velocità a ciascuno istante nell' istessa proporzione che quella nella quale è stata accelerata discendendo (253). Arrivato al punto D, non può andare più in là, perchè la sua gravità lo sollecita a discendere; e siccome è nel medesimo caso in cui era al punto B, ritorna da D in A, e da A in B, così di seguito per le oscillazioni seguenti. In maniera che se questo corpo non provasse resistenza per parte dell' aria (84), e che non avesse attrito al punto di sospensione C (96), questo moto sarebbe perpetuo. Non cessa dunque che per queste cause, le quali quantunque accidentali sono non ostante inevitabili in natura.

259 Il corpo A sospeso dal filo C E al punto fisso C, attorno del quale può descrivere degli archi più o meno grandi, come B D, F G ec. è quel che si chiama un *pendulo*. Il centro di gravità del corpo A che descrive gli archi si chiama *centro d' oscillazione*, e il punto fisso C si chiama *centro del moto*.

260. Si distinguono due sorte di penduli, il semplice ed il composto. Il pendulo semplice sarebbe quello, del quale il filo di sospensione non avesse gravità alcuna, e il corpo pesante A non pesasse che in un sol punto chiamato il suo centro di gravità (259), come se per esempio tutta la sua gravità risiedesse nel centro. Il pendulo composto è quello che pesa per più punti, e questo è il caso ordinario, poichè la verga di sospensione è ordinariamente di metallo, e quando fosse di legno o di qualunque altra materia, sarebbe lo stesso, perchè non sarebbe perciò senza gravità. Dal che si deve concludere che tutti i nostri penduli sono composti. Eppure la maggior parte delle cose che dobbiamo dire sul pendulo devono intendersi del più semplice.

261. La durata di ciascuna vibrazione di un pendulo si deduce dalla lunghezza di esso, cioè dall' intervallo che vi è fra il suo centro di moto, e il suo centro di oscillazione (259). Perchè abbiamo di sopra provato (247) che un corpo impiega per discendere obliquamente per la corda qualunque di un cerchio un tempo eguale a quello che impiega a cadere verticalmente per il diametro intiero di questo mede-

simo cerchio. Ma un pendulo C B discende per l'arco B F A, (258), e non per la corda B A; e la sua caduta per l'arco è più pronta che per la corda (256, e 257). Se seguisse la corda impiegherebbe dunque a fare la sua mezza vibrazione un tempo eguale a quello che gli abbisognerebbe per cader verticalmente per il diametro di un cerchio di cui è raggio la lunghezza C A. Ma vi è una proporzione regolata fra la caduta per l'arco, e la caduta per la corda; ed è prossimamente come 51 a 65. Vi è dunque la stessa proporzione fra la caduta per l'arco, e la caduta per il diametro, il quale è determinato dalla lunghezza del pendulo.

262 Dal che ne segue che un pendulo, la di cui lunghezza è costante, deve fare tutte le sue vibrazioni grandi o picciole che sieno isocrone, o della stessa durata nel medesimo luogo. E' dunque questo lo strumento il più adattato a misurare de' tempi eguali. *Galileo*, che il primo ha fatto delle ricerche sul moto del pendulo se ne è servito con molto vantaggio per le sue osservazioni ed esperienze, il che gli ha fruttato una esattezza, e una precisione che avrebbe potuto difficilmente procurarsi in altra maniera. La durata della mezza vibrazione di un pendulo, che batte i secondi a Parigi e ne' suoi contorni è la stessa che quella d' una caduta perpendicolare di 3 piedi e 9 pollici negl' istessi luoghi (216), ed in conseguenza la stessa che quella della caduta per una corda qualunque di un cerchio di 3 piedi e 9 pollici

li diametro (247). Pure il diametro del cerchio, il li cui pendulo a secondi descrive l'arco, è di 6 pieli un pollice e linee 5 e 4 trentesimi; perchè secondo de *Mairan* un tal pendulo deve avere a Parigi per unghezza piedi 3 linee 8 e 17 trentesimi. Se dunque questo pendulo invece di percorrer l'arco, percorre la corda, la durata della sua mezza vibrazione sarà di più di un mezzo secondo; e sarà, come bbiamo detto (261) più lunga che per l'arco nella roporzione di 65 a 51.

263. Se questo pendulo fosse o più corto, o più ungo, la durata delle sue vibrazioni sarebbe o più orta, o più lunga, perchè corrisponderebbe ad una aduta verticale o più piccola o più grande, poichè a sua lunghezza è sempre raggio del cerchio, il di ui diametro misura l'altezza di questa caduta vertiale. Le durate delle vibrazioni de' penduli di differenti lunghezze sono fra loro in ragione sudduplaelle loro lunghezze, o come le radici quadrate di ueste lunghezze, a causa dell'accelerazione della cauta de' corpi; perchè un corpo che cade percorre nel econdo istante uno spazio triplo di quello che ha ercorso nel primo (216). Per questo affinchè un penulo misuri i tempi dupli, bisogna dargli una lunhezza quadrupla. Un pendulo, la di cui durata di na vibrazione è a Parigi di un secondo ha per lunhezza 3 piedi e linee 8 e 17 trentesimi; perchè queta durata sia di due secondi bisogna dargli una lunhezza di piedi 12 pollici 2 linee 10 e otto trentesi-

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi; cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

are la lunghezza di questo pendulo semplice si può re uso di quel che abbiamo detto di sopra (261, 62, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel he è stato fatto di meglio relativamente alla ricera del centro di oscillazione, si potrà trovare in una Memoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze i Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle ell' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si ra servito con successo del pendulo per misurare de' empi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fato uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo strunento fosse a portata di tutti. Bisognava riassumere l moto che a ciascuno istante si rallentava per la esistenza dell' aria, di più bisognava contare le virazioni l' una dopo l' altra per averne la somma. *Huyghens* ha fatto del pendulo un' applicazione molo più utile, e della quale tutti possono profittare, ggiungendolo agli orivoli per regolarne il moto. Questa sorte di macchine sono, come ogn' uno sa, imate da una molla, o da un peso che mette in oto parecchie ruote, mediante le quali le lancette rcorrono le graduazioni della mossa. Per impedire e questo moto si faccia troppo precipitoso, è rite- uto da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del mpo* negli orivoli di tasca. A questo moderatore perfetto ha sostituito adunque *Huyghens* il pendulo attandolo al pezzo di scappamento, che è quello e regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi, cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

'are la lunghezza di questo pendulo semplice si può are uso di quel che abbiamo detto di sopra (261, 62, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel he è stato fatto di meglio relativamente alla ricer- a del centro di oscillazione, si potrà trovare in una Memoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze li Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle ell' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si ra servito con successo del pendulo per misurare de' mpi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fat- uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo stru- ento fosse a portata di tutti. Bisognava riassumere moto che a ciascuno istante si rallentava per la sistenza dell' aria, di più bisognava contare le vi- azioni l' una dopo l' altra per averne la somma. *uyghens* ha fatto del pendulo un' applicazione mol- più utile, e della quale tutti possono profittare, giungendolo agli orivoli per regolarne il moto. uesta sorte di macchine sono, come ogn' uno sa, imate da una molla, o da un peso che mette in oto parecchie ruote, mediante le quali le lancette corrono le graduazioni della mossa. Per impedire e questo moto si faccia troppo precipitoso, è rite- to da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del mpo* negli orivoli di tasca. A questo moderatore perfetto ha sostituito adunque *Huygbens* il pendulo attandolo al pezzo di scappamento, che è quello e regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi; cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

are la lunghezza di questo pendulo semplice si può
re uso di quel che abbiamo detto di sopra (261,
62, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel
he è stato fatto di meglio relativamente alla ricer-
a del centro di oscillazione, si potrà trovare in una
Memoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze
i Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle
ell' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si
a servito con successo del pendulo per misurare de'
mpi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fat-
uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo stru-
ento fosse a portata di tutti. Bisognava riattivare
moto che a ciascuno istante si rallentava per la
sistenza dell' aria; di più bisognava contare le vi-
azioni l' una dopo l' altra per averne la somma.
uyghens ha fatto del pendulo un' applicazione mol-
più utile, e della quale tutti possono profittare,
giungendolo agli orivoli per regolarne il moto.
uesta sorte di macchine sono, come ogn' uno sa,
imate da una molla, o da un peso che mette in
to parecchie ruote, mediante le quali le lancette
corrono le graduazioni della mossa. Per impedire
e questo moto si faccia troppo precipitoso, è rite-
to da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del*
mpo negli orivoli di tasca. A questo moderatore
perfetto ha sostituito adunque *Huyghens* il pendulo
attandolo al pezzo di scappamento, che è quello
e regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi, cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

are la lunghezza di questo pendulo semplice si può are uso di quel che abbiamo detto di sopra (261, 62, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel he è stato fatto di meglio relativamente alla ricer- a del centro di oscillazione, si potrà trovare in una Memoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze li Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle lell' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si ra servito con successo del pendulo per misurare de' mpi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fat- uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo stru- ento fosse a portata di tutti. Bisognava riaffinare moto che a ciascuno istante si rallentava per la sistenza dell' aria, di più bisognava contare le vi- azioni l' una dopo l' altra per averne la somma. *uyghens* ha fatto del pendulo un' applicazione mol- più utile, e della quale tutti possono profittare, giungendolo agli orivoli per regolarne il moto. uesta sorte di macchine sono, come ogn' uno sa, imate da una molla, o da un peso che mette in oto parecchie ruote, mediante le quali le lancette corrono le graduazioni della mossa. Per impedire e questo moto si faccia troppo precipitoso, è rite- to da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del mpo* negli orivoli di tasca. A questo moderatore perfetto ha sostituito adunque *Huyghens* il pendulo attandolo al pezzo di scappamento, che è quello e regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi; cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

rare la lunghezza di questo pendulo semplice si può are uso di quel che abbiamo detto di sopra (261, 262, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel che è stato fatto di meglio relativamente alla ricerca del centro di oscillazione, si potrà trovare in una Memoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze di Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle dell' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si ra servito con successo del pendulo per misurare de' empi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fatto uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo strumento fosse a portata di tutti. Bisognava riassumere moto che a ciascuno istante si rallentava per la sistenza dell' aria, di più bisognava contare le vizazioni l' una dopo l' altra per averne la somma. *Huyghens* ha fatto del pendulo un' applicazione molto più utile, e della quale tutti possono profittare, giungendolo agli orivoli per regolarne il moto. Questa sorte di macchine sono, come ogn' uno sa, limate da una molla, o da un peso che mette in oto parecchie ruote, mediante le quali le lancette corrono le graduazioni della mossa. Per impedire e questo moto si faccia troppo precipitoso, è riteuto da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del mpo* negli orivoli di tasca. A questo moderatore perfetto ha sostituito adunque *Huyghens* il pendulo attandolo al pezzo di scappamento, che è quello e regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

mi. Tale è la lunghezza del pendulo dell' orivolo del Palazzo della Città di Parigi; e perchè la durata della vibrazione di un pendulo non sia che di un mezzo secondo, bisogna che la sua lunghezza non sia che il quarto di quella del pendulo che batte i secondi; cioè di pollici 9 linee 2 e 17 centoventesimi. Tale è la lunghezza de' penduli degli orivoli a mezzi secondi.

264. Questa lunghezza del pendulo, di cui abbiamo parlato, non è eguale alla lunghezza totale dello strumento chiamato *pendulo*, ma è uguale alla distanza che vi corre fra il suo centro di oscillazione, e il suo centro di moto (259). Il centro di moto è il punto di sospensione, ed il centro di oscillazione è un punto che essendo preso nella linea di sospensione di un pendulo composto, sia tale, che se tutta la gravità del pendulo supposto oscillante si trovasse riunita, le oscillazioni si farebbero in un tempo eguale a quello che impiega questo pendulo composto a far le sue. In un pendulo questo punto si trova in tutti i casi al di sotto del centro di gravità. Le oscillazioni di questo pendulo sono sempre eguali in durata a quelle di un pendulo semplice (260) che avesse per lunghezza la distanza di questo centro di oscillazione al punto di sospensione o centro del moto. Così cercare il centro di oscillazione di un pendulo composto è sempre il cercare la lunghezza del pendulo semplice, che farebbe le sue vibrazioni nell' istesso tempo che il pendulo composto. Per tro-

ire la lunghezza di questo pendulo semplice si può
re uso di quel che abbiamo detto di sopra (261,
i2, 263). Se vi è chi sia curioso di vedere quel
e è stato fatto di meglio relativamente alla ricer-
del centro di oscillazione, si potrà trovare in una
lemoria del fu *Bernoulli* dell' Accad. delle Scienze
Parigi e Professore a Basilea, stampata fra quelle
ll' Accademia per l' anno 1703 pag. 78.

265 Abbiamo detto di sopra (262) che *Galileo* si
a servito con successo del pendulo per misurare de'
mpi eguali. Ma la maniera con cui egli ne ha fat-
uso richiedeva troppe attenzioni perchè questo stru-
nto fosse a portata di tutti. Bisognava riattivare
moto che a ciascuno istante si rallentava per la
istenza dell' aria, di più bisognava contare le vi-
zioni l' una dopo l' altra per averne la somma.
yghens ha fatto del pendulo un' applicazione mol-
più utile, e della quale tutti possono profittare,
iungendolo agli orivoli per regolarne il moto.
iesta sorte di macchine sono, come ogn' uno sa,
mate da una molla, o da un peso che mette in
to parecchie ruote, mediante le quali le lancette
corrono le graduazioni della mossa. Per impedire
questo moto si faccia troppo precipitoso, è rite-
o da un moderatore. Tale è ancora la *ruota del*
po negli orivoli di tasca. A questo moderatore
erfetto ha sostituito adunque *Huygens* il pendulo
ttandolo al pezzo di scappamento, che è quello
regola il moto di tutte le ruote; affinchè queste

vibrazioni , la di cui durata è sempre eguale (a
finchè la sua lunghezza si mantenga la stessa ,
sano rettificare le piccole irregolarità della
china .

266. Si osserverà in seguito che le oscillazio
un pendulo che si fanno per li archi più o meno
di , quantunque di un medesimo cerchio , non
di una durata perfettamente eguale ; quelle c
fanno ne' grandi archi v' impiegano de' tempi più
ghi ; veramente le differenze sono insensibili , q
do non si considerano che per poco tempo , e per
piccolo numero di vibrazioni , ma divengono
sibilissime , quando sono accumulate per un
po maggiore , o che gli archi differiscono sensibil
te in grandezza . Ciò fu quel che impegnò *Huyg*
a cercare una curva di oscillazione , nella quale
se assolutamente indifferente che il pendulo
rasse de' grandi o de' piccoli archi . Trovò c
cicloide aveva la proprietà che desiderava , e
sostituì al cerchio (Ved. *Histoire de l' Acad.*
Scien. an. 1700 p. 140) Per ciò fare rese fles
le la parte superiore C M . (*fig.* 30) della v
del pendulo C A , e situò da ciascuna parte
centro del moto C una porzione di cicloide C
e C F , il di cui cerchio generatore H aveva
diametro la metà della lunghezza del pendulo
(257) . Mediante ciò , quando il pendulo fa le
oscillazioni , la parte flessibile della verga C M è
stretta di avvolgersi alternativamente sulle due
zio

zioni di cicloide CE, e FG, il che fa ravvicinare al centro del moto C il corpo A, e l'obbliga a muoversi nell'arco della cicloide E A F, e non nell'arco del cerchio B A D. Ora la cicloide è una curva di tal natura, che un pendulo che vi si muove arriva sempre in tempi eguali al punto più basso A, qualunque sia l'altezza dalla quale comincia a cadere, in maniera che tutte le sue vibrazioni grandi o piccole sono isocrone o di egual durata.

267 Questa invenzione quantunque ingegnosissima non è stata di lungo uso. La gran difficoltà che vi è per formare degli archi cicloidali bene esatti, e l'inconveniente di rendere flessibile la parte superiore della verga, l'hanno fatta abbandonare prestissimo, tanto più che si è osservato che il cerchio, e la cicloide si confondono quasi nella parte inferiore G I: in maniera che non facendo descrivere al pendulo che archi di piccolissima estensione, è quasi la stessa cosa il far loro fare le oscillazioni in un cerchio o in una cicloide. Questo infatti è il partito che hanno preso nel fabbricare gli orivoli. Pure bisogna confessare che questi piccoli archi per quanto poco estesi si sieno, non equivalgono agli archi della cicloide; perchè quando divengono più estesi in un altro (il che di tempo in tempo succede per una causa che io non conosco); ciò influisce sempre sul moto della macchina: quando prendono maggiore ampiezza l'orivolo ritarda sempre; quando la prendono minore accelera, quantunque il corpo che oscilla non s'inalzi che d'un grado nel suo moto medio. Così

la cicloide sarebbe preferibile al cerchio senza gl' inconvenienti de' quali abbiamo parlato.

268. Abbiamo detto (262) che tutte le vibrazioni d'un pendulo sono della stessa durata sintanto che la sua lunghezza è la stessa: bisogna aggiungere a ciò la condizione che il pendulo sia nello stesso luogo, o almeno in un luogo d' una latitudine simile: poichè i penduli cadono tanto più lentamente, quanto minore è la latitudine di un luogo, come l' abbiamo provato (212) in sequela dell' esperienza fatta a Cajenna nel 1672 da *Richer*. Perchè parecchi penduli misurino tutti de' tempi eguali essendo situati in diversi luoghi, bisogna che abbiano maggiore lunghezza verso i poli che verso l' equatore. Vedasi al numero (264) quel che misura questa lunghezza. So che mi si può obiettare che il calore che domina in Cajenna aveva allungato il pendulo, il che faceva misurare de' tempi più lunghi: questo effetto del calore vi contribuisce indubitatamente, ma non è sufficiente; perchè un pendulo che batte i secondi a Parigi sarebbe di linee 1 e un quarto troppo lungo vicino all' equatore: e l' esperienza prova che il calore dell' acqua bollente (molto maggiore di quello che è in Caienna) non allunga che d' un terzo di linea una verga d' un pendulo. Bisogna dunque che al calore si aggiunga un' altra causa, e questa è la forza centrifuga.

269 Un pendulo non può misurare tempi eguali nell' istesso luogo senza che la sua lunghezza si mantenga costantemente la stessa (263): ma il ca-

ore, del quale abbiamo parlato, fa continuamente riare questa lunghezza. Tutti i corpi cangiano di-ensione per il caldo e il freddo (1134); lo stesso ccede alla verga del pendulo. Il calore la fa al-ngare, il freddo la raccorcia. Si è pensato a rime-are a questo inconveniente opponendo a se stessa causa fisica d'onde procede; cioè, facendo in ma-iera che lo stesso calore che fa allungare la verga el pendulo, faccia anche risalire altrettanto il cen-o di oscillazione del medesimo pendulo, affinchè mantenga sempre la stessa distanza fra quest'ulti-o punto e il centro di moto o il punto di sospen-ne, giacchè è questa distanza quella che determi-la lunghezza del pendulo (264). *Graham* famoso ivolajo di Londra è il primo cui sia venuta que-idea, e che abbia cominciato a porla in esecu-ne, sostituendo alla lente del pendulo un vaso indrico quasi pieno di mercurio, il qual mercurio endo sostenuto sul fondo del vaso, porta la sua efazione verso l'alto, e fa così risalire il centro oscillazione a misura che questo medesimo centro cende per l'allungarsi della verga. In seguito *Gi-no'le Roy* a Parigi, ed *Ellicot* a Londra hanno to uso d'un mezzo più comodo per giungere allo

stesso fine. Hanno adoprato ambidue quantunqu
metodi differenti l'eccesso dell'allungamento d
me su quello dell'acciajo prodotto dallo stesso
do di calore (1138). Questo è ciò che si pratic
sentemente negli orivoli. La maniera più com
la seguente. La verga *a b* (*fig.* 31) che po
corpo grave *o*, che si chiama *lente*, perchè ordi
mente gli si dà tal forma, la qual verga è d'
jo, è composta di due pezzi separati *c a* ed *a*
pezzo superiore *c a* è fisso ad un telajo compos
due traverse d'ottone *d f*, *e g*, e di due verghe
ciajo *d e*, *f g*. Il pezzo inferiore *a b* è attaccato
mezzo d'una piccola caviglia alla piccola traver
ottone *k h* e scorre liberamente in un foro dell
versa inferiore *e g*: *k l*, ed *h i* sono due verg
ottone fissate immobilmente sulla traversa infe
e g, e le di cui estremità superiori si applicano
la traversa *k h*. Se il calore viene a rarefare
questo insieme, la verga *c a b* del pendulo si a
[illegible], il che fa allontanare la lente *o* dal punt
sospensione *c*; ma lo stesso calore allungando
verghe d'ottone *k l*, ed *h i* più che non allun
le due verghe d'acciajo corrispondenti *d e*,
f g l'eccesso dell'allungamento dell'ottone,

on può portarsi in basso, fa risalire la traversa *k* verso la traversa *d f*, il che fa ravvicinare la len- *o* al punto di sospensione *c*. Se il tutto è ben pro- rzionato la lente risale tanto per l' eccesso dell' lungamento dell' ottone, quanto discende per l' al- ngamento dell' acciajo ; e per questo mezzo il ntro d' oscillazione *o* si trova sempre egualmente stante dal centro del moto *c*. Perchè la proporzio- e sia esatta come deve essere bisogna che la lun- ezza di ciascheduna verga d'ottone sia alla lunghez- a del pendulo, come la rarefazione dell' acciajo è a uella dell' ottone, cioè bisogna che le lunghezze di ueste verghe di metallo sieno in ragione inversa lle loro rarefazioni. La rarefazione dell' acciajo è quella dell' ottone, secondo l' orivolajo *Berthoud*, me 74 a 121, il che viene ad essere presso appoco me 3 a 5.

Moto di Projezione

270 Tutti i corpi lanciati fuori della perpendicola- all' orizzonte si muovono con un moto composto due forze, cioè, la forza della gravità, e la for- a che li scaglia chiamata ordinariamente forza pro- ttile. Tale è per esempio l' impulso di un braccio he scaglia una pietra, o quella della polvere che ancia una bomba o una palla. La forza projettile arebbe uniforme, cioè farebbe percorrere al mobile pazj eguali in tempi eguali, se la resistenza de' mez-

zi (76 e seg.) e degli attriti (96 e seg.) non vi frapponesse ostacoli. Quantunque questi ostacoli sieno inevitabili, pure ne faremo astrazione, perchè è più semplice e più facile il far conoscere quel che sarebbe se gli ostacoli non esistessero, che dire esattamente quel che succede nello stato naturale.

271 Abbiamo veduto (202) quale è la direzione della gravità, egualmente che la sua intensità o la quantità della sua azione su i corpi (203 e seg.). Se si conosce la direzione e l'intensità della forza projettile, per conoscere l'effetto del moto composto di queste due forze, basterà applicarvi le regole del moto composto in linea curva che abbiamo stabilite (268, e seg.): i risultati vi saranno conformi. Dico le regole del moto composto in linea curva, perchè quì le potenze cangiano di rapporti fra loro per essere la forza projettile uniforme di sua natura, e la forza della gravità acceleratrice.

272 Se la direzione della forza projettile tende di basso in alto, ed è perpendicolare all' orizzonte, e direttamente opposta alla direzione della gravità (202), il moto del mobile sarà dunque l'effetto della forza projettile meno quello della gravità, e il moto si manterrà semplice: ma la velocità sarà minore di non l'esige la forza projettile (252. Accade a questo mobile quel che succederebbe ad un corpo che risalisse in virtù delle velocità acquistate per una caduta accelerata (254), cioè sale ad un' altezza eguale a quella, dalla quale bisognerebbe che cadesse per acquistare, mediante l'accelerazione della sua caduta

ha velocità eguale a quella colla quale ha incominciato a salire.

273 Se la direzione della forza projettile è orizzontale, il mobile si comporta secondo la regola stabilita (168) e descrive una curva *Mabcdef* (*fig.* 16) la quale sarebbe parabolica, se la forza projettile fosse perfettamente uniforme, e la forza della gravità fosse esattamente accelerata.

274 Se la direzione della forza projettile tende di sotto in basso, ma obliquamente all' orizzonte, il mobile si comporta ancora secondo la regola stabilita (168) e descrive una curva della natura della precedente che non è che una semiparabola.

275 Finalmente se la direzione della forza projettile tende di basso in alto, ed obliquamente all' orizzonte (e questo è il caso il più ordinario), il mobile descrive allora una parabola intera. Perchè supponiamo che il mobile M (*fig.* 31) sia lanciato direttamente al punto P da una forza projettile; se si rifalcano dall' elevazione di questa tendenza in una serie d' istanti eguali altrettante parti che esprimono gli effetti della gravità, aumentando fra loro come il quadrato de' tempi (216); cioè che la linea che esprime l' effetto della gravità al secondo tempo sia 4 volte tanto lunga che quella che lo esprime al primo tempo: che quella che lo esprime al terzo tempo sia 9 volte tanto lunga ec. l'estremità b, r, f, q, di tutte queste linee ab, dr, ef, Pq, che esprimono le detrazioni prodotte all' effetto della forza projettile dalla gravità, daranno la curva M $brfq$, cioè

INDICE.

I Numeri indicano gli Articoli, e non le Pagi

Principj di Fisica. Articol
CAPITOLO I. *Delle Proprietà generali de' Corpi.*
Estensione.
Divisibilità.
Figurabilità.
Impenetrabilità.
Porosità.
Rarefattibilità.
Condensabilità.
Compressibilità.
Elasticità.
Dilatabilità.
Mobilità.
Inerzia.
CAPITOLO II. *Del Moto e delle sue Leggi.*
I. *Forza motrice.*
Forza morta.
Forza viva.
II. *Massa de' corpi.*
III. *Direzione del moto.*
IV. *Spazio percorso.*
V. *Tempo impiegato.*
VI. *Velocità.*
Velocità uniforme.
Velocità accelerata.
Velocità ritardata.
Velocità assoluta.
Velocità relativa.
Velocità rispettiva.

'uantità del moto. 63
ō assoluto. 65
ı relativo. 66
ı semplice. 67
ı composto. 68
ı rettilineo. 69
ı curvilineo. 70
ı riflesso. 71
ı refratto. 72
i del moto. 73
'gge del moto. 74
tenza de' mezzi, e de' fluidi. 76
tenza degli attriti. 96
egge del moto. 111
Legge del moto. 112
OLO III. Delle cause che cangiano la
ione del moto. 113
nento di direzione prodotto da una
ia fluida; o Refrazione. 114
nento di direzione prodotto da un
lo impenetrabile e fisso; o Rifles-
120
nento di velocità e di direzione pro-
da un ostacolo impenetrabile o che
ssere smosso; ossia Urto de' corpi. 136
de' corpi non elastici. 141
de' corpi elastici. 148
OLO IV. Delle Leggi del moto com-
159
el moto composto. 160
composto in linea retta. 161
composto in linea curva. 168
OLO V. Delle forze centrali. 172
OLO VI. Della Gravitazione de' corpi. 194
OLO VII. Della Gravità de' corpi. 198
ieni ne' quali la gravitazione agisce
ui corpi. 200
eni ne' quali il moto è composto dal-

La gravità e da qualche altra potenza.
Caduta de' corpi pe' piani inclinati.
Moto di Oscillazione.
Moto di Projezione.

FINE DELL' INDICE.

TRATTATO

E L E M E N T A R E,

OVVERO

RINCIPJ DI FISICA

Fondati sulle nozioni più certe tanto antiche, che moderne, e confermati dall' esperienza.

DEL SIG. BRISSON

l' Accademia R. delle Scienze di Parigi, Maestro di Fisica e di Storia Naturale degl' Infanti di Francia, e Professore Reale di Fisica Sperimentale nel Collegio R. di Navarra.

Traduzione dal Francese.

TERZA EDIZIONE VENETA

Riveduta, ed emendata sull' Originale.

TOMO SECONDO.

IN VENEZIA, MDCCCIV.

Appresso LORENZO BASEGGIO

Con Approvazione.

CE DEGLI ARTICOLI

EL TOMO SECONDO.

O VIII. *Dell' Idrodinamica.* Art. 277
tica, o della Gravità ed equilibrio
i. 278
l equilibrio d' un fluido solo, ed o-
. 283
l equilibrio di più fluidi, le di cui
sono diverse. 297
l equilibrio de' solidi immersi ne' flui-
315
de' tubi capillari. 343
ca, e del moto de' fluidi. 358
uidi, o liquori dalle piccole aperture. 359
uidi, o liquori da' tubi addizionali. 381
' acqua, o fontane. 398
be. 410
acqua ne' condotti. 434
latorio dell' acqua in un Sifone. 444
latorio dell' acqua nelle Ondate. 447
Ruote mosse dall' acqua. 451
Ruote mossa dal Peso dell' acqua. 458
IX. *Della Meccanica statica.* 464
a. 475
ggia. 494
e. 510
ello. 523
no. 529
letto. 436
inclinato. 539
. 547
. 553

Della Vite perpetua. 559
Della Vite d' Archimede. 567
Delle resistenze che soffrono le macchine quando sono vicino a muoversi. 570
Della rigidità delle corde. 572
CAPITOLO X. *De' fluidi elastici.* Art. 587
Base de' fluidi elastici. 610
Composizione degli acidi ec. 626
Fluidi elastici vivificanti. 642
Aria Ammosferica. 643
Aria pura vitale, o Gas ossigene. 647
Fluidi elastici Soffoganti. 671
Gas non Salini. 672
Gas Azotico. 673
Gas Nitroso. 691
Gas Muriatico ossigene. 71[illegible]
Gas salini. 73[illegible]
Gas Acido carbonico. 73[illegible]
Gas Acido muriatico. 76[illegible]
Gas Acido sulfurico. 78[illegible]
Gas Acido fluorico. 795
Gas Ammoniacale. 804
Gas Idrogenio-infiammabili. 815
Gas Idrogene puro. 832
Gas Idrogene sulfurato. 854
Gas Idrogene fosforato. 862
Gas Idrogene carbonato. 868
Gas Idrogene carbonico. 874
Gas Idrogene delle paludi. 879
Gravità specifiche de' fluidi elastici. 884

FINE DELL' INDICE.

TRATTATO ELEMENTARE DI FISICA.

CAPITOLO VIII.

Dell' Idrodinamica.

L'Idrodinamica è una scienza che ha per oggetto la gravità, l'equilibrio, e il moto de' fluidi. Mediante questa definizione si vede che l'Idrodinamica comprende l'Idrostatica, e l'Idraulica.

L'Idrostatica considera l'equilibrio de' fluidi in quiete: distruggendo questo equilibrio ne risulta un moto, ed ecco ove comincia l'Idraulica.

Dell' Idrostatica, o della gravità ed equilibrio de' fluidi.

278 Si chiama *Idrostatica* la scienza che ha per oggetto la gravità e l'equilibrio de' fluidi, e il modo con cui si mettono in equilibrio in questi fluidi i corpi che vi sono immersi. *Archimede* è fra gli an-

tichi quello che ha fatti maggiori progressi in questa scienza: si onora anche al dì d'oggi per la maniera ingegnosa colla quale conobbe che una Corona d'oro non era della bontà a cui doveva essere, pesandola idrostaticamente. Fra i moderni siamo obbligati delle più belle nozioni in questo genere a *Galileo*, a *Torricelli*, a *Guglielmini*, a *Cartesio*, a *Mariotte*, ed a *Pascal*; e le loro esperienze egualmente convincenti che curiose ci hanno posto in istato di sapere quel che dobbiamo aspettarci, o temere dalle acque che agiscono per il loro peso, e come possiamo adoprarle utilmente per nostro uso mediante le macchine idrauliche.

279 Abbiamo detto di sopra (226) che la forza che fa cadere i corpi verso la terra è la sola causa del loro peso, e che mediante questi sforzi, che i corpi fanno incessantemente per obbedire a questa forza, gravitano sugli ostacoli che li trattengono. I fluidi, che come i corpi solidi sono in balìa della gravità, fanno precisamente lo stesso, cioè pesano sopra tutti gli ostacoli che si oppongono alla loro caduta. Ma a cagione della loro fluidità pesano in diverso modo che i corpi solidi, e ne risultano dei fenomeni affatto particolari, e che assai importa che si conoscano.

280 I fluidi sono sostanze, le di cui parti sono mobili fra loro, e non hanno punto o quasi punto di coesione, e si muovono indipendentemente le une dalle altre. In questa definizione sono compresi i fluidi grossolani, come per esempio un mucchio di

grano, di sabbia ec. e i fluidi delicati, come l'aria e gli altri fluidi aeriformi. Si può ancora comprendervi i liquori, perchè tutti i liquori sono fluidi, ma tutti i fluidi non sono necessariamente liquori. Perchè un fluido sia liquore bisogna che le sue parti sieno estremamente piccole, e possano muoversi indipendentemente le une dalle altre con tanta libertà, che quelle della superficie superiore si dispongano in un piano parellelo all'orizzonte, come il vino, l'acqua ec. Non è così de' fluidi grossolani; l'insieme forma un cono più o meno schiacciato, secondo che più o meno s'allontanano dalla perfetta fluidità. Ma i fluidi delicati, la di cui fluidità eguaglia quella de' liquori, si comportano come quelli nelle loro gravità e nel loro equilibrio, e seguono le stesse leggi. Non si parlerà dunque che di questi fluidi e de' liquori.

281 Tutto ciò che è fluido non lo è egualmente; e perciò quel che esigono le leggi dell'idrostatica, che stabiliremo, si eseguisce con tanta minore esattezza, quanto più queste sostanze s'allontanano dalla perfetta liquidità. L'acqua e l'olio si spandono, se i vasi che li contengono si rovesciano o si rompono; ma l'effusione dell'olio è più lenta di quella dell'acqua, perchè le particelle dell'olio hanno fra loro una maggiore coesione che non hanno quelle dell'acqua. Principalmente dall'estrema piccolezza delle molecole de'liquori e de'fluidi delicati, e dalla loro grandissima mobilità dipendono gli effetti i più singolari dall'idrostatica.

282 Per facilitare l'intelligenza di questa materia la divideremo in tre parti. Nella prima esamineremo in qual maniera si eserciti la gravità d'un fluido solo, di cui tutte le parti sieno omogenee, o possano essere considerate come tali. Nella seconda vedremo come gravitino e si mettano in equilibrio più fluidi di densità differenti. Nella terza esamineremo come i corpi solidi si mettano in equilibrio co' fluidi ne' quali si immergono.

Gravità ed equilibrio d'un fluido solo ed omogeneo.

283 Dobbiamo esaminare in questo luogo come un liquore o in generale un fluido preso separatamente e senza paragonarlo con altri, eserciti la sua gravità sugli ostacoli che lo ritengono e come si equilibri con se stesso.

284 *Le parti d'un istesso liquore esercitano la loro gravità indipendentemente le une dalle altre.* Questa proprietà nasce dal non avere veruna coesione fra loro. Il che è diversissimo dalla maniera di gravitare de' corpi solidi, le parti dei quali essendo aderenti fra loro, gravitano sempre in comune. Così l'urto del corpo solido è diversissimo da quello d'un liquore. Si temerebbe un ghiacciolo d'una libbra che cadesse sulla testa, ma non si ha timor di essere offesi da una libbra d'acqua. Quest'ultima sostanza nel cadere rimane divisa dalla resistenza dell'aria, che ritarda alcune parti più, alcune parti meno, e la velocità del-

la massa totale è ritardata ancora più che non sarebbe stata, mediante questa divisione. Così divisa s'applica ad una maggior superficie, il che spartisce il suo sforzo, invecechè un solido non urta che un piccolo spazio, che riceve tutto lo sforzo. Perciò un corpo angoloso che cada sopra una mano, fa più male, che un corpo piano del medesimo peso che cada dall' istessa altezza.

285 Da questo principio ne segue, che se si fa un foro al basso d' un vaso pieno d' un liquore; per impedire che questo liquore scoli, bisogna superare il peso della colonna del liquore che corrisponde al foro: questo peso da vincersi poi è lo stesso, tanto se non vi sia in fatti altro che questa colonna di liquore, quanto se il vaso ne sia pieno.

Esperienza. Sia il vaso cilindrico di vetro A B (*fig.* 93), forato nella sua parte inferiore con un foro C, ed abbia una viera cilindrica d' ottone D di un pollice di diametro, che si chiuda con uno stantuffo G che assetti bene colla viera, e bene unto affinchè possa cedere ad ogni minima pressione. Questo stantuffo è attaccato ad un fusto di metallo G H, unito in H ad un cordone di seta che cammina sulla porzione di puleggia M, la quale è unita alla leva M N, che ha il suo centro del moto in L. L' altra porzione di puleggia N che è l' altra estremità della leva, porta un altro cordone di seta al quale è appeso un piccolo bacino I. Sulla viera D si accomodi un tubo di vetro cilindrico F E, il di cui diametro interno sia eguale a quello della viera, e la di cui altezza, quando è al

posto sia eguale a quella del vaso A C. Il tutto sendo così disposto, si riempia d' acqua il tubo I e si mettano nel bacino I tanti pesi che possano sere alzati dal peso della colonna d' acqua, qu il tubo è pieno: e capaci nel tempo stesso d' imp che detto stantuffo e la colonna d' acqua discend quando vi manchi un mezzo pollice ad empire il E F. Si tolga in seguito il tubo E F: si pong stantuffo G nella viera D; e si versi dell' acqua vaso. Si vede allora che il peso ed il bacino I sono alzati che quando il vaso A B è pieno in mente. Dunque vi è da superare il medesimo p tanto se vi è sullo stantuffo G una colonna egu lui, quanto se il vaso A B è pieno: Dunque in sto ultimo caso questa colonna esercita la sua gr indipendentemente dal rimanente del fluido.

286 Per rendere ragione di ciò figuriamoci tutt massa dell' acqua contenuta in un vaso come d in tante colonne 1, 2, 3, 4, 5, (*fig.* 34) cias delle quali sia cumposta d' un egual numero di p Se il fondo del vaso che serve di base e di appo a tutte queste colonne viene ad aprirsi in *a*, la lonna 3 non essendo più sostenuta, cadrà dall' ap ra passando fra le due colonne 2, e 4 che sono stenute dalle parti *b* e *c* del fondo del vaso, quali colonne tutte le parti mobili diventando tanti rulli che non producono se non un attrito seconda specie (97), non ritardano molto la di duta. Questo effetto risulta dalla poca coesione hanno fra loro (280). Se le colonne 1, e 2 da

arte, e 4, e 5 dall' altra fossero composte di parti aerenti fra loro, rimarrebbero di tutta loro lunghezza come farebbero per esempio tante candele, e per l caduta della colonna 3 nascerebbe un vuoto fra lo. Ma siccome tutte queste particelle sono estremamente piccole, e mobilissime le une sulle altre, quano il disopra della colonna 3 viene a discendere, esse scorrono non essendo più sostenute, e così la superficie della massa totale abbassa tutta insieme, quanunque non vi sia che una sola colonna, le di cui arti scorranno per la loro caduta. Quando le parti anno della viscosità, come quelle de' fluidi grassi, o he la massa del fluido che scola ha molta larghezza apporto alla sua altezza, si conosce benissimo il vuo che lascia al di sopra di se la colonna che discende, erchè allora la superficie invece d' essere piana, è inavata nel mezzo, e prende la figura d' un imbuto (360), erchè le parti vicine non arrivano a rimpiazzare con astante sollecitudine quelle, che una gravità diretta a discendere; di più la pressione dell' aria al disopra el foro è molto più forte che la sua resistenza al dioto.

287 Dopo quel che abbiamo detto (285) è facile omprendere quanti cambiamenti apporti la fluidità agli ffetti della gravità. Se, essendo pieno d' acqua il vao A B (*fig.* 33) ed avendone levato il tubo E F, si uole inalzare lo stantuffo G, non vi bisogna che sotenere il peso della colonna d'acqua che vi riposa sora, perchè questa colonna può muoversi indipen-

dentemente dal restante. Ma se tutta la massa dell' acqua si convertisse in ghiaccio, solamente perchè non sarebbe più liquida, ma tutte le parti sarebbero aderenti fra loro, per sollevare lo stantuffo bisognerebbe sostenere il peso della massa totale.

288. *I liquori esercitano la loro pressione in ogni senso*: cioè non solo gravitano come gli altri corpi di alto in basso, ma ancora premono con tutto il valore del peso loro gli ostacoli che riscontrano lateralmente, e di basso in alto. Ecco perchè un barile di olio liquido si vuota quando si fori da una parte. Se l'olio fosse ghiacciato non si vuoterebbe: in questo caso l'olio sarebbe un corpo solido: ora i corpi solidi non pesano che da alto in basso, e non lateralmente.

189. Per concepire questa pressione laterale egualmente che quella che i liquori esercitano di basso in alto, bisogna osservare che le loro molecole sono come un ammasso di piccoli globetti che fossero contenuti in un vaso. Si concepisce facilmente che questi globuli non vi sono tutti disposti regolarmente e in fila gli uni cogli altri come gli abbiamo disopra supposti (*fig.* 34), ma il più delle volte una colonna esercita la sua pressione fra due altre, e tende a separarle come si può vedere alla (*fig.* 35) dove la pressione perpendicolare che si fa dirimpetto al punto *d* è trasportata dalle colonne laterali verso i lati *e*, *f* del vaso; in maniera che se il vaso fosse aperto in questi luoghi, il liquore scolerebbe per la gran mobilità del-

e sue parti. Farò lo stesso raziocinio per rendere ra-
ione della pressione di basso in alto: quando la co-
onna *d f* tende a disgiungere le due molecole *g*, *h*,
a molecola *g* non può andare più lontano perchè el-
a è appoggiata alle pareti del vaso, ma la molecola
può essere sollevata di basso in alto, quando una
olonna eguale alla colonna *i k*, o qualche cosa di
quivalente, non graviti sopra di lei per rattenerla.

290 Con questo principio l'acqua inalzata dalla
romba della *Samaritana*, o dall'altra della *Madonna*
a Parigi, dopo essere discesa dal bacino in un tubo
erticale, e dopo avere indi passato per un altro tubo
rizzontale sotto il pavimento, risale per un terzo tu-
o fino alla fonte. Con questo principio si può an-
ora riempire indifferentemente un vaso o dalla bocca
dal fondo, facendovi nel fondo de' fori con le sue
nimelle o valvule, come si fanno alle gran secchie
he si adoprano per attinger l'acqua da' pozzi di *Bi-
ere*, altrimenti bisognerebbe inclinare queste secchie
r empirle, il che sarrebbe incomodo a causa dalla
ro lunghezza.

291 Ne segue ancora da ciò, che quando si fabbri-
no degli argini, delle conserve, o altre opere idrau-
he per contenere dell'acqua, bisogna proporzionar-
alla pressione laterale che devono provare, la qual
essione è tanto più grande, quanto è maggiore l'
ezza dell'acqua. Ecco perchè bisogna che questa
rta d'opere siano più grosse, e più forti nel fondo
e in alto. Bisogna prendere presso a poco le mede-

sime precauzioni per i fluidi più grossolani (289) potrebbero scorrere o per la piccolezza delle loro ti, o per la poca coesione che avessero fra lor muri destinati per ritegni di terrapieni devono du essere più forti per resistere allo sforzo laterale terra, il quale sforzo sarà tanto più forte, quant saranno sciolte le terre che contengono; e sarà alto il terrapieno.

292 *Tutte le parti di un medesimo liquore son equilibrio fra loro, o che siano in un sol vaso, più che comunichino insieme, quando le loro supe superiori sono in uno stesso piano parallelo all' zonte.* Ciò è una conseguenza di quel che abbi detto di sopra (289); perchè, dovendo la molecol (*fig.* 35) essere sostenuta di basso in alto, qua una colanna eguale alla colonna *i k* non graviti pra di lei per ritenerla; acciocchè dunque vi sia e librio, bisogna che l'estremità superiori di queste colonne sieno in uno stesso piano orizzontale, o punti egualmente distanti dal centro della terra quali punti non possono dunque trovarsi in una l retta: a 1000 tese di distanza vi è circa un piede differenza. Questa proprietà de' liquori fa sì che l qua che si conduce alle proprie case in condotti terranei risale tanto in alto, quanto lo è il lu donde viene, a qualunque profondità si faccia pass Comunemente si dà un mezza linea d' inclinazione tesa affine di superare la resistenza degli attriti (1 pure da quel che abbiamo detto, ciò non è assol

ente necessario; quantunque lungo fosse il cammino
farsi, l'acqua arriverebbe tanto alto, quanto il
ogo donde si parte, ed avrebbe bisogno soltanto d'
poco più di tempo. Ciò può ancora rendere ragio-
delle sorgenti che si trovano talvolta in cima a
lle montagne. Queste acque devono venire da mon-
gne più alte, o vicine o lontane, per canali sotter-
nei che hanno presso a poco la forma di sifoni ri-
lti. Da questo equilibrio ne segue che se vi sono
ecchie conserve che comunichino fra loro, basta
derne una sola per giudicare dell' altezza dell' acqua
l' altre, che sarà certamente alla stessa altezza in tutte.

293 Abbiamo detto (292) che, perchè le parti d'
ó stesso liquore sieno in equilibrio, bisogna che
superficie superiori siano in uno stesso piano pa-
llelo all' orizzonte; dal che ne segue che quando
superficie dell' acque ha molta estensione ella è
uramente e sensibilmente convessa. E' facile avve-
rsi di ciò sul mare. Vi si veggono gli alberi e le
bbie d' un vascello lontano prima di vedere il cor-
del bastimento, egualmente che sulla terra, e in
no si vedono le sommità de' campanili d'una città
ma di vedere le case. La ragione si è che non
siamo vedere che in linea retta, e la convessità
la terra, o del mare interrompe il raggio vi-
le che si parte dalle estremità inferiori ad una
tanza, alla quale quello che si parte dalle som-
à può liberamente giungere all' occhio dello spet-
—re.

294 *I liquori esercitano la loro pressione tanto la-*

terale che perpendicolare, non in ragione della lor quantità, ma in ragione della loro altezza al disop del piano orizzontale, e della larghezza della ba che si oppone alla loro caduta. Cioè se voi riempi d'acqua parecchi vasi che sieno tutti dell'istessa al tezza, ed abbiano tutti il fondo eguale, tutti ques fondi saranno caricati egualmente, qualunque sia la forma e la capacità di questi vasi. Supponiamo ch si riempiano d'acqua i tre vasi A B C D (*fig.* 36) E F G H (*fig.* 37), L M N O P Q (*fig.* 38), altezze de' quali A B, I F, L T, sieno le stesse, che abbiano tutti i fondi eguali B C, F G, N O. E' provato coll'esperienza che tutti questi fondi son caricati egualmente; quantunque le quantità d'acq che riempiono i vasi sieno diversissime. Nel va (*fig.* 36) il fondo B C è caricato di tutta la mas d'acqua A B C D: in questo caso il liquore gra ta come farebbe un solido: supponiamo che il s peso sia di sei libbre. Nel vaso (*fig.* 37), è facil il concepire, dopo quel che abbiamo detto (285) che il fondo F G non è caricato che di sole sei lib bre, quantunque la capacità di questo vaso sia mol to più grande che quella del primo; perchè quest fondo F G non sostiene che la colonna I F G K, e guale a quella del vaso (*fig.* 36), la qual colonn esercita la sua gravità indipendentemente dal rima nente (284), che gravita sulle pareti E F, H G, del vaso (*fig.* 37). La difficoltà dunque consiste ad inte dere come nel vaso (*fig.* 38) il fondo N O è egli pure ca ricato di sei libbre, quantunque una sola libbra d'acqu basti,

asti, forse a riempirlo. Ecco come si può far comprendere. E' cosa certa che sulla porzione T V del ndo N O vi è una pressione eguale a quella d' una olonna d' acqua, la di cui base sia d' estensione T , e d' altezza L T. Se sopra tutte le altre simili orzioni dello stesso fondo vi è una pressione eguale quella di questa colonna L T V Q, questo fondo caricato per tutto egualmente. Ora, per esempio, alla porzione V X vi è una pressione eguale a quela d' una colonna di acqua Q V X R, la quale saebbe eguale alla colonna L T V Q, perchè la picola colonna d' acqua P V X S che riposa disopra ende ad inalzarsi per la pressione della colonna vicina L T V Q (289), e con una forza eguale all' ccesso L M P Q di questa gran colonna sulla picola; ella preme dunque la parte P S del fondo suriore con questa forza. Ma *la reazione è eguale alla compressione* (112); La parte P S reagisce dunque on una forza eguale all' eccesso L M P Q della gran olonna sulla piccola. Dunque vi è sulla porzione V X del fondo N O una pressione composta di quella piccola colonna d' acqua P V X S, e della reazione della parte P S eguale alla pressione della colonna d' acqua Q P S R, le quali due prese insieme eguagliano la pressione della colonna L T V Q. Quel che ho detto della porzione V X si può dire li tutto il restante. Dunque il fondo del vaso (*fig.* 8) è caricato egualmente dappertutto; dunque ec.

295 Da ciò ne segue una proposizione che in principio pare un paradosso, ma non per questo meno

certa, e che influisce considerabilmente su quasi tutte le macchine idrauliche; cioè che la stessa quantità d'acqua può fare uno sforzo due o trecento volte maggiore o minore secondo come è adoprata. Per esempio se s'impiegasse la quantità d'acqua che può contenere il vaso (*fig.* 37.), in un vaso simile a quello della (*fig.* 38.), ma alto bastantemente per contenerla tutta, la pressione sul fondo N O sarebbe considerabilmente maggiore che sul fondo F G.

296 Da quel che abbiamo detto (294) ne segue ancora che si può fare scoppiare una botte TO (*fig.* 39.) già piena, sopraccaricandola di qualche libbra d'acqua in un tubo A B lungo 25, 030 piedi. Per quello che abbiamo detto del vaso (*fig.* 38) è evidente che questa piccola quantità d'acqua che riempie il tubo A B carica il fondo del barile tanto, quanto se gli si aggiungesse una colonna d'acqua grossa come lo stesso barile, e lunga come il tubo, che sarebbe di un peso enorme.

Gravità ed equilibrio di parecchi fluidi, le di cui densità sono differenti.

297. Abbiamo detto di sopra (286) che i fluidi sono ammassi di piccoli corpi mobilissimi fra loro, indipendenti gli uni dagli altri, pesanti separatamente, e in proporzione delle loro piccole masse. Bisogna aggiungere che ciascheduno di questi piccoli corpi è egli stesso un insieme di piccole particelle molto più delicate e fortemente aderenti fra loro. Le figure e le grandezze di queste piccole particelle, egualmente che le figure de'piccoli corpi che le compongono producono più o meno vuoti nell' insieme, e per conseguenza maggiore o minore porosità (15.); risultandone da ciò de' fluidi o liquori di diverse densità.

298. *La differenza del peso o della densità basta per separare le parti di perecchi fluidi o liquori che si sono mescolati insieme, se altre cause più forti non impediscano questo effetto.* Abbiamo detto di sopra (284) che le parti de' fluidi esercitano la loro gravità indipendentemente le une dalle altre. Quelle che hanno una maggior forza per occupare il luogo più basso, obbligano le altre a cedere loro il proprio posto, così si fa la separazione: come quando si è ben escolato dell' acqua e dell' olio, se si lascia riposare il tutto, l'acqua avendo più densità dell' olio, si porta nella parte inferiore; e l' olio passa alla parte

superiore. Se questo effetto non ha luogo, è segno che vi sono delle cause che vi si oppongono. Queste cause sono I. Gli attriti che crescono a misura che la divisione è più grande, perchè allora le superficie aumentano; come quando si mescolano dell' acqua e del vino, l' acqua quantunque più densa del vino non se ne separa. II. La viscosità delle materie; come quando si sbattono delle chiare d' ovo, e che così vi si mescola molta aria: l' aria, quantunque molto più leggera, non ha la forza di rompere le bolle della schiuma, e di scapparsene. III. L' analogia fra due liquori; la quale fa sì che si dividano di più, e provino così degli attriti che fanno anche più che compensare la differenza delle densità; perchè lo spirito di vino ben mescolato coll' acqua non se ne separa; e l' olio sì. Perciò il solo riposo è bastante a separare la crema che è una sostanza grassa, dal latte che è una sostanza acquosa.

299. *Due fluidi di diverse densità stanno in equilibrio fra loro, quando avendo la medesima base, le loro altezze perpendicolari all' orizzonte stanno in ragione reciproca delle loro densità, o gravità specifiche.* Allora le pressioni sono eguali, dal che nasce l' equilibrio. Se per esempio si mette del mercuro in un sifone ritorto, e si versi dell' acqua in una delle sue parti, per fare inalzare il mercurio nell' altro braccio o parte del sifone al disopra del suo livello, bisogna che l' acqua sia a circa pollici 13 e mezzo d' altezza. L' altezza dell' acqua sarà 13 volte e mezzo tanta quanta quella del mercurio, egualmente che la den-

à del mercurio è 13 volte e mezzo tanta quanta a quella dell' acqua.

300. I fluidi elastici o aeriformi hanno, come fluili, tutte le proprietà di queste sorte di sostanze, e i può loro applicare tutto ciò che abbiamo detto fin ui sull' equilibrio de' fluidi. Ma essi hanno di più elle proprietà particolari dipendenti dalla loro virtù lettrica, o da questa facoltà, per la quale diminuiono o aumentano di volume, secondo che sono più meno compressi. L'aria, di cui daremo fra poco 43) l' analisi, è fra tutti i fluidi elastici quello che ú si conosce, il più sparso, e l' agente il più uniersale della natura. Della sua pressione e del suo quilibrio tratteremo adesso, e sarà facile di applicare la stessa teoria a tutte le altre specie de' fluidi lastici.

301. *L' aria è un fluido pesante, e che esercita la ua pressione in tutti i sensi, come gli altri fluidi e iquori*. Quantunque la gravità sia un attributo essenziale alla materia, e che si possa concepire senza questa tendenza verso il centro della terra, pure non conosciamo alcuna sostanza sullunare che non sia grave, nè abbiamo ragione alcuna di eccettuare l' aria dalla egge comune a tutti i corpi sullunari. Pure gli anchi Filosofi non conoscevano punto la gravità dell' ria. Ammettevano nella natura due sorte di corpi avi, come una pietra, un metallo, e in generale tti i corpi che essendo abbandonati a loro stessi si ortano al luogo più basso: e i corpi leggieri; come aria, la fiamma, i vapori ec. perchè questi corpi sem-

brano inalzarsi nelle region superiori. Pensavan dunque che l'aria fosse dotata d'una leggerezza assoluta; e tutti gli effetti che hanno per causa la sua gravità, erano attribuiti all'*orrore* che la natura aveva, secondo essi, per il *vuoto*. Questa leggerezza dell'aria ha avuto un regno lunghissimo: e non sono ancora cento cinquanta anni che si sono convinti della sua gravità. I Fontanieri di *Cosimo de' Medici* Granduca di Firenze, desiderando far salire con una tromba aspirante l'acqua a vinticinque o trenta braccia, si accorsero che l'acqua non saliva che da una certa determinata altezza, passata la quale, per il vuoto che vi si trovava, la natura si era riconciliata con lui, o almeno soffriva, senza dolersene, questa mancanza. Questo capriccio della natura fu comunicato da' Fontanieri a *Galileo*, che vi fece attenzione, sebbene fino allora egli pure fosse come gli altri d'opinione dell'orrore del vuoto, non avendone veduti per anco i limiti. Assicurò dunque con delle prove ripetute, che l'acqua non saliva che a circa 32 piedi nelle trombe aspiranti, e che il restante del tubo, ch'era più lungo, rimaneva vuoto. Non ebbe bisogno d'altro per cambiare l'opinione dell'orrore del vuoto; invece di pensare che vi fossero i suoi limiti, al di là de' quali l'orrore divenisse indifferenza: cominciò a credere che queste sorte di fenomeni avessero una causa fisica ben differente da quella che sino allora si era immaginata per ispiegarli. Quel che avea sospettato il suo scolare *Torricelli* lo finì d'assicurare. Fece egli vedere il primo nel 1645, che una colonna

d'aria presa nell' ammosfera si mette in equilibrio con una colonna d' un altro fluido che ha la stessa base; ed affine di non aver bisogno di un luogo tubo, invece d' acqua si servì di mercurio. Prese dunque un tubo di vetro di circa tre piedi di lunghezza e di due in tre linee di diametro, chiuso ermeticamente da una parte, ed aperto dall' altra. Lo riempì di mercurio ben purgato, ed avendone chiuso l' orifizio con un dito rovesciò il tubo, ed immerse la parte che era aperta in vaso pieno dello stesso mercurio. Appena lo ebbe aperto, ritirando il dito che lo chiudeva, vide che la colonna di mercurio che avea circa 36 pollici d' altezza si ridusse a circa 28. Ora se si paragona l' esperienza di *Torricelli* a quella di *Galileo*, si vedrà che le colonne de' fluidi alte al disopra del loro livello diminuiscono di altezza in ragione che aumentano le loro densità. Si vedrà che la causa che inalza l' acqua a 32. piedi, non può sostenere il mercurio che a 28. pollici. Dall' altro canto quando si sa che queste due colonne sì differenti in lunghezza hanno perfettamente lo stesso peso, non si è egli costretto a riconoscere in questo effetto quello d' un equilibrio? e quale è la potenza che può fare equilibrio a queste due colonne sospese, se non l' aria che preme col suo peso sul fluido del vaso? Questo fu il giudizio che ne fece *Torricelli*, e che ne fecero dopo lui quasi tutti gli altri fisici.

302 *Paschal* aggiunse ancora alle prove di *Torricelli* qualche cosa. Ecco il raziocinio che ne fece. „ „ Se l' aria è la causa di questo fenomeno, lo è per-

„ chè è pesante e fluida ; la sua pressione deve dun-
„ que farsi come quella de' liquori ; ella deve dimi-
„ nuire e aumentare secondo l' altezza ; e le colonne
„ de' liquori colle quali si metterà in equilibrio sa-
„ ranno sempre più o meno lunghe secondo che sa-
„ ranno dense „. Ne segue da ciò che le colonne di aria devono fare una pressione tanto più grande, e sostenere i liquori tanto più alti, quanto sono più lunghe : ma esse sono più lunghe al basso di una montagna, e meno alla di lei sommità. *Paschal* impegnò *Perrier* suo cognato, che era allora a Clermont in Overgna a profittare dell' altezza della montagna nota sotto il nome di *Puy de Dome* per fare la seguente esperienza.

303 *Esperienza*. *Perrier* adattò il tubo di *Torricelli* sopra una tavola graduata in pollici ed in linee, ed avendo osservato a quale altezza il mercurio era sostenuto in questo tubo alle falde della montagna, vide che abbassava sempre più che saliva verso l' alto di essa, e che al contrario risaliva, e secondo le stesse proporzioni a misura che scendeva verso la città. La differenza fu trovata di 3 pollici ed una linea. Questa esperienza immaginata da *Paschal*, e ripetuta parecchie volte ha sempre dato lo stesso risultato; dal che fu conchiuso che il mercurio si sosteneva al disopra del suo livello nel tubo Torricelliano per la pressione dell' aria sul vaso ; poichè si vedeva abbassare il mercurio nel tubo quando la colonna d' aria, che corrispondeva a questo vaso, diveniva più lunga. Queste esperienze provando invincibilmente la gravi-

dell' aria, restituirono autenticamente a questo fluido un grandissimo numero di effetti naturali che si erano attribuiti sino allora ad una causa puramente himerica.

304 *Paschal* ripetè in seguito la stessa esperienza coll' acqua, col vino, coll'olio ec. e le altezze delle colonne di questi liquori si trovarono sempre proporzionali alle loro densità; prova evidente che si mettevano in equilibrio con un peso che non poteva essere che quello dell' aria.

305 Parecchi fisici essendosi procurati un tubo Torricelliano accomodato alla maniera di *Perrier* (303) sopra una scala graduata in pollici e in linee non mancarono di spesso visitarlo: il che fece osservare le variazioni che accadevano all' altezza del mercurio nel tubo. Si conchiuse da ciò che la pressione dell' aria, che è la causa della sospensione della colonna del mercurio, ora è maggiore, ora minore, e agisce in conseguenza con più e con meno forza su' corpi: in conseguenza si pensò d' allora in poi fare del tubo del *Torricelli* un nuovo stromento meteorologico, che è quello che al dì d' oggi chiamiamo Barometro (*fig.* 40).

306. L'aria agisce in due maniere su questo strumento; per il suo peso, e per il suo elaterio. La variazione della sua pressione sul vaso del barometro è dunque prodotta da due cause; cioè dalla variazione del suo peso, e da quella del suo elaterio. Il suo peso varia per la variazione del-

la sua densità, e per la maggiore, o minore quantità di sostanze estranee che si trovano mescolate a questo fluido, e che lo tengono in dissoluzione: il suo elaterio differisce per la variazione della sua densità, e per la maggiore o minor quantità di calore che ha. La maggior parte delle sostanze estranee che non fanno che mescolarsi coll' aria sotto la forma di fluidi elastici diminuiscono il peso della colonna dell' aria, perchè sono più leggieri di essa; ma quelle sostanze che sono disciolte nell' aria aumentano la sua densità, ed in conseguenza il suo peso, egualmente che il sale sciolto nell'acqua aumenta la di lei densità, e peso. Riguardo all' elaterio dell' aria, il calore che lo aumenta diminuisce nel tempo stesso la sua densità rarefacendola, e qualche volta accade che l' una compensa l' altra. Ma siccome l' aumento dell' elaterio dell'aria prodotto dal calore è proporzionato alla forza che la comprime nel momento in cui è riscaldata (932), non può fare a meno che questa compensazione non abbia luogo. Allora di questi due effetti non si conosce che l' eccesso del più forte sul più debole.

307. Il barometro ha un'altra proprietà che lo rende ancor più pregiabile. Annunzia anticipatamente le mutazioni de' tempi, soprattutto quando vogliono essere considerabili. Vi sono pur troppo delle circostanze nelle quali queste sorti di predizioni divengono utili: come per esempio per i lavori della campagna, per i viaggiatori ec. Dopo tutte le osservazioni che

si sono fatte sul barometro, sembra molto costante, I. che l'altezza media dal barometro è in Francia di pollici 27 e mezzo. II. Che le variazioni di questa altezza non si estendono al di là di tre pollici, cioè che il suo più grande abbassamento è a 26 pollici, e la sua più grande altezza a 29. III. Che queste variazioni sono meno grandi verso l'equatore e che sono maggiori verso i climi settentrionali. IV. Che quando il mercurio abbassa nel barometro a qualunque altezza egli si sia allora, annunzia della pioggia, o del vento, o in generale quel che si chiama cattivo tempo. V. Che al contrario, quando sale, quando fosse anche a 26 pollici quando ascende, annunzia il bel tempo. VI. Che queste predizioni falliscono qualche volta, soprattutto se le variazioni dell'altezze del mercurio si fanno lentamente e di una piccola quantità. VII. Che esse sono quasi infallibili quando il mercurio scenda o sale d'una quantità considerabile in poco tempo: come per esempio di tre o quattro linee in poch'ore.

308. E' evidente che una maggiore elevazione del mercurio nel barometro accenna una maggior pressione dell'aria; ma rimane da sapersi quale affinità vi sia tra questa pressione maggiore o minore, e le mutazioni del tempo che succedono qualche volta fino dieci o dodici ore dopo. Questo è ciò che ci proveremo a spiegare. La pressione che l'aria esercita sul vaso del barometro viene dal suo peso e dal suo elaterio: ma queste due cose possono variare come abbiamo provato (306) e variare in conseguenza la

pression che producono. Ogni volta che l'aria discioglierà una gran quantità d'acqua, verrà ad aumentarsi la sua gravità specifica (306): la colonna d'aria che riposa sul vaso del barometro diverrà più grave, ed il mercurio risalità. Se la dissoluzione non è perfetta verrà a turbarsi la trasparenza dell'aria; ciò produrrà delle nebbie che fanno pure salire il mercurio nel barometro. Ma se la dissoluzione è perfetta, la trasparenza dell'aria sarà completa; tornerà il bel tempo, il che annunzierà il mercurio del barometro col salire. Quando alcune cause determinano quest'acqua disciolta a precipitarsi, e discendere nella regione bassa dell'ammosfera, avanti che sia condensata bastantemente per riunirsi in goccie e formar la pioggia, ne sarà giunta una parte sino alla superficie della terra. La prova di ciò si è, che quando il tempo si prepara alla pioggia, tutti i corpi che non sono suscettibili di essere penetrati dall'acqua, come le spranghe di ferro, le pietre dure ec. si trovano bagnati. La colonna d'aria che gravita sul mercurio del barometro diventerà dunque meno pesante per la perdita di questa porzione d'acqua arrivata già sino a terra, e il barometro abbasserà e darà indizio della pioggia che cadrà poco dopo, essendo formata dal restante dell'acqua che avrà avuto il tempo di riunirsi in goccie.

209. Vi sono, per dire il vero, delle osservazioni che sembrano contradire la spiegazione che abbiamo data. Accade qualche volta che il barometro risale

nche nel tempo della pioggia, mentre l'aria si sca-
ca dell'acqua che teneva in dissoluzione; ed acca-
e spesso ancora, ed io l'ho osservato parecchie vol-
, soprattutto in inverno, che per de'mesi interi o-
ni volta che il mercurio sale nel barometro ne se-
ue là pioggia; ed ogni volta che discende ritorna
bel tempo. Io credo però che questo fenomeno pos-
conciliarsi benissimo colla spiegazione data diso-
a (308). Perchè, come abbiamo detto, la gran
uantità dell'acqua disciolta è quella che ne aumen-
il peso. Se dunque nel tempo che piove si fa nell'
ia una nuova dissoluzione d'acqua più abbondante
ella quantità che ne cade, (e questo accade comu-
emente) il barometro risalirà. Se quest'acqua così
isciolta rimane nella regione bassa, l'ascensione del
arometro annunzierà una nuova pioggia, e ciò è quel
he spesso accade in tali circostanze. Finalmente se
aria discioglie una gran quantità d'acqua, e che
llo stesso tempo il freddo, o qualunque altra cau-
impedisca che quest'acqua si disciolga perfettamen-
e s'inalzi ad una grande altezza, aumentando il
so dell'aria, farà salire il barometro, e frattanto
à prossima a riunirsi in goccie ed a formar della
oggia che cadrà poco dopo. Nel tempo che cadrà
esta pioggia, se non succede una nuova dissoluzio-
, l'aria ne diverrà più leggiera; il barometro dun-
e discenderà, e malgrado ciò darà indizio del bel
mpo che deve succedere. Ecco come si può, per
el ch'io credo, render ragione della specie d'affi-

nità che sembra sussistere fra il peso dell'aria e la mutazione del tempo secondo le circostanze. Il bel tempo potrà aver luogo, malgrado la diminuzione del peso dell'aria, ancora quando si mescolerà a questo fluido qualche altro fluido elastico più leggiero di lui e che non ne turberà la trasparenza. Finalmente l'elaterio dell'aria, la di cui forza può variare per diverse cause, contribuirà ancora a far variare la di lei pressione: questo elaterio agisce qualche volta unito colla gravità per aumentarne l'effetto; altre volte agisce in senso contrario, e può così diminuire, e anche compensar l'effetto dell'aumento della gravità, in maniera che il buono o il cattivo tempo può sussistere a qualunque altezza siasi il mercurio nel barometro, e ciò senza annullare la spiegazione che abbiamo data di questo fenomeno (1).

310. Il tubo di *Torricelli* di cui li fisici hanno fatto il barometro è quello, che comunemente si chiama *semplice*. Questo è senza dubbio quello che deve preferirsi fra tutti quelli che si sono immaginati, particolarmente con osservazioni che richiedano esattezza, a motivo degl' incovenienti

(1) Ne viene in conseguenza che il barometro solo non può dare indizio nè del buono, nè del cattivo tempo. Più sicure però potranno esser le di lui predizioni quando se gli uniscano altri strumenti da misurare, I. l'elaterio dell'aria, II. l'umidità coll'idrometro, III. il grado di calore col termometro, IV. il grado di purità coll'eudiometro; de' quali sarà parlato a suo luogo. (*Tradut.*)

evitabili che si ritrovano negli altri (1). Chi sse curioso di conoscere questi altri barometri po-

(1) Per ridurre il barometro uno strumento comparabile bisogna allontanarsi alcun poco dalla semplicità raccomandata dall' Autore. Perchè il barometro comparabile è necessario che l' altezza de' 26 pollici si musuri da un punto della superficie del mercurio contenuto nel vase, il qual punto si mantenga sempre, e in qualunque abbassamento del mercurio nel tubo, egualmente distante dal ventottesimo pollice della graduazione. Ma ne' barometri semplici a questo non è così. Per quanto le sponde del vase siano tra loro distanti, il mercurio che, nell' abbassar del barometro, passa dal tubo nel vase rialza sempre di qualche poco la superficie donde si partì la prima volta per misurare i 28 pollici, e per fissare la graduazione. Ne viene in conseguenza che la superficie del mercurio del vase rialzando per esempio di 3 linee, mediante la discesa di un pollice del mercurio del tubo, non sarà più distante 28 pollici dal punto dove fu la prima volta segnato il pollice ventesimo, ma bensì sarà distante soli pollici 27 linee 9 il che viene a rendere falsa ed erronea la prima graduazione. Ma quando anco si volesse passar sopra questo errore, per rendere i barometri più comparabili, bisognerebbe che il diametro interno del vase fosse in tutti egualissimo, perchè discendendo un pollice il mercurio del tubo, la superficie del mercurio nel vase venisse ad alzarsi in tutti i barometri egualmente di tre sole linee nè più, nè meno. E' stato anque reso comparabile nella seguente maniera. Il vase, è un bussolo d' avorio vuoto, cilindrico, che nella parte superiore ha un piano con una piccola sponda intorno dell' altezza di tre linee circa, ed un picol foro nel centro di tre linee di diametro e che può veramente chiamare il pozzetto del barometro. Al di fuori di questa sponda vi è un foro, per quale il tubo del barometro comunica coll' interno

trà vederne un'ampia ed esatta descrizione nel *zionario ragionato di fisica. Tom. I. pag.* 222.

del bussolo, il quale alla metà del suo corp un fondo di pelle flessibile, che può comprim spingersi verso il piano superiore del pozzetto, do una vite della grandezza del fondo flessi pelle, e che cammina su' piani incavati nell' dell' altra metà inferiore del bussolo d'avorio. pie secondo il solito di mercurio il tubo, e conserva che rimane tra il fondo di pelle e il superiore del pozzetto, è quella che può chiam conserva del barometro. Il mercurio nel tubo duce in una colonna che sta in equilibrio c mosfera, comparendo il di più nel pozzetto d col foro che ha nel mezzo. Collo svolgere u la vite si viene a crescere la capacità della co ed il mercurio del pozzetto passa nella conser ha disotto, mediante il foro di mezzo per c quella comunica. Si pulisce il piano del po indi facendo camminar la vite, e quella sping fondo di pelle sul quale posa il mercurio, dim do la capacità della conserva, si fa dal foro una parte del mercurio che è nell' interno, in tità però che non arrivi a toccare le sponde d zetto; e allora dalla superficie di quella goc è nel mezzo del piano del pozzetto si misu 28 pollici per fissare la scala; e si fa usci stessa goccia di mercurio ogni volta che si no fare le osservazioni. A forza di viti nell tatura del barometro si fa sì che il piano

311. Abbiamo detto (301) che l'aria esercita la sua pressione in tutti i sensi, d'alto in basso, lateralmente, e di basso in alto. La sua pressione d'alto in basso è ben provata da quel che precede. Egli è facile di conoscere la sua pressione laterale, egualmente che quella di basso in alto. Se si faccia in una parte, o nel fondo d'un barile pieno o quasi pieno un piccol foro con un succhiello, il liquore che contiene non este, perchè l'aria che si presenta al foro sostiene il liquore, che non è alto bastantemente per superare la pressione dell'aria. Finalmente tutti gli effetti che dipendono dalla pressione dell'aria hanno luogo tanto in una camera, dove la colonna d'aria finisce al palco, quanto al difuori dove questa colonna ha tutta l'altezza dell'ammosfera, e ciò perchè l'aria della camera comunica con l'esterna, se non fosse altro, per il foro della chiave. Così in un barometro in una stanza il mercurio sta all'istessa altezza che se fosse ad aria scoperta.

312. *L'effetto de' sifoni dipende dalla pressione dell'aria.* Un sifone è un tubo ricurvo A B C (*fig.* 41) di vetro, di metallo, di legno ec. una branca del qua-

così si viene ad avere una superficie sempre equidistante dal segno del ventottesimo pollice, ed in conseguenza un istrumento comparabile. Con una piccola vite d'avorio si può chiudere esattamente il piccolo foro che è nel mezzo del pozzetto, spingere poi colla vite di sotto il mercurio fino ad empire tutto il tubo, e chiuso in uno stuccio trasportarlo comodamente (*Tradut.*)

le A B è più corta dell'altra B C. Per fare uso di questo strumento si pone l'estremità A (*fig.* 42) della branca più corta A B in un vaso E F che contiene il liquore. Si leva l'aria dal sifone, succiando dalla estremità C della branca più lunga B C. Allora il liquore comincia a colare dal sifone, nè finisce se non quando la branca più corta A B non è più immersa nel liquore. E' facile di vedere che la pressione dell'aria sulla superficie del liquore del vaso è quella che fa sì che il liquore passi per il sifone. Perchè supponiamo G F i confini dell'ammosfera; tutti i punti della superficie A del liquore sono egualmente pressi dalla colonna d'aria A F: se in qualche luogo di questa superficie si tolga questa pressione, il liquore deve scolare per quel luogo, poichè ivi trova minor resistenza che in ogni altro luogo: perciò il sifone si riempie interamente quando si succia dall'estremità C.

313. Se le due branche del sifone fossero di una egual lunghezza come B A, B D, lo scolo del liquore non avrebbe più luogo; perchè la colonna d'aria D G che resisterebbe in D, essendo tanto alta quanto quella che preme in A, starebbe in equilibrio egualmente che si equilibrano le due colonne di liquore B A, D B. Ma quando la branca B C è più lunga dell'altra, sebbene la colonna d'aria G C che le corrisponde sia più lunga di quella che preme in A, non è però capace d'impedire lo scolo. Eccone la ragione. Consideriamo la colonna d'aria G C come divisa in due parti, una delle quali G D faccia equilibrio alla colonna F A, e sia capace d'arrestare lo

scolo se la branca B C terminasse in D. La porzione di liquore che riempie la parte D C del sifone non trova dunque altra resistenza in C che una colonna d'aria D C dell'istessa sua lunghezza, ma che le è molto inferiore in peso. Questa porzione di liquore scola dunque per l'eccesso del suo peso. Ma mentre ella scola non vi è nulla che sostenga la colonna che è al disopra, mentre che la pressione dell'aria in A somministra del nuovo liquore per rimpiazzare quello che si è scolato, e così lo scolo diviene continuo. Perciò la resistenza dell'aria in C è tanto più superata, quanto più la lunghezza della branca B C del sifone eccede la lunghezza della branca A B. Se ne avrà la prova se si aggiunga in C un altro pezzo di tubo che allunghi questa branca; perchè allora in un tempo dato scolerebbe maggior quantità di liquore, di quello che scolerebbe senza questo allungamento.

214. Poichè è la pressione dell'aria che inalza il liquore nella branca più corta B A del sifone; ne segue che l'altezza di questa branca è limitata a 32 piedi, quando il liquore sia acqua, perchè l'aria non può fare ascendere l'acqua ad una maggiore altezza (201); e quando il liquore è mercurio, l'altezza della branca più corta non deve eccedere 28 pollici, perchè l'aria non può sostenere il mercurio che a questa altezza.

Gravità ed equilibrio de' solidi immersi ne' fluidi.

315. E' cosa certa che un solido che s' immerga in un liquore, e che sia nel tempo stesso impenetrabile a questo liquore, occupa il posto d' un volume di questo liquore perfettamente eguale al suo. Questo volume di liquore levato di posto, o è eguale in densità o in peso al solido che occupa il suo luogo, o l' uno de' due pesa più dell' altro. In questo ultimo caso, che è il più comune, si chiama *Gravità respettiva*, la quantità della quale il più pesante supera il più leggiero.

316. *Un corpo solido intieramente immerso in un fluido è compresso per tutte le parti dal fluido che lo circonda; e la pressione che prova è tanto maggiore, quanto più profondamente è immerso, e quanta più densità ha il fluido.* Abbiamo disopra provato (283), che i liquori o fluidi esercitano la loro pressione in tutti i sensi; per conseguenza un corpo solido immerso in un fluido è compresso da tutte le parti; abbiamo provato (294) che questa pressione cresce in ragione dell'altezza del fluido; dunque la pressione che prova il corpo immerso è tanto maggiore quanto più profondamente è immerso; finalmente abbiamo provato (299) che vi è equilibrio fra due fluidi, le di cui altezze sono in ragione reciproca delle loro densità; dunque a profondità eguali il corpo im-

merso è tanto più compresso quanta più densità ha il fluido.

317. Noi che siamo continuamente immersi nell' aria, fluido, che agisce secondo tutte le leggi dell' idrostatica (301); siamo compressi da tutte le parti dall' aria che ci circonda; e lo siamo più in un luogo basso che in un luogo elevato, e tanto più quanto maggiore densità ha l' aria. E' vero che poco ci avvediamo di questa pressione, quantunque sia grandissima; poichè per una persona di mediocre statura eccede 30000 libbre: ma ciò nasce I. dall' essere questa pressione sopra di noi continua: le sensazioni abituali non sono in qualche maniera sensazioni per noi, e non ci avvediamo che delle cose non comuni. II. Dal respirare interiormente lo stesso fluido, il che stabilisce un equilibrio fra la pressione esterna, e la reazione interna. Distinguiamo ancor meno le differenze di questa pressione, per essere troppo poco sensibili. Non sarebbe così se come i pesci noi vivessimo in un fluido molto più denso, come l' acqua. Un pesce che è alla superficie dell' acqua, non è caricato che dal peso dell' atmosfera; ma se s' immerge solamente a trenta due piedi di profondità, la pressione che egli prova in questo secondo caso è dupla di quella che proverebbe nel primo. Questo è uno de' principali motivi che hanno prescritto l' uso della campana de' Palombari: a 60 piedi di profondità soffrirebbesi una pressione tanto esterna che interna così forte da non poterla sostenere per lungo

tempo senza pericolo di qualche rottura di vasi o di sputar sangue.

318. *Un corpo immerso in un fluido aggiunge a questo fluido un peso eguale a quello del volume del fluido di cui va ad occupare il luogo, qualunque siasi la densità del corpo.* Se in un vaso quasi pieno d' acqua sospeso ad una bilancia ed in equilibrio con un peso sospeso all' altro braccio vi s' immerge tanto una palla di legno che di piombo del medesimo diametro attaccata ad un filo, senza lasciarle toccare il fondo del vaso; nell' uno e nell' altro caso si aggiunge un peso eguale, perchè lo stesso peso posto all'altro braccio sarà in tutti due i casi necessario e bastante per ristabilire l' equilibrio: dunque ec. La ragione di ciò è che il corpo immerso fa inalzare il liquore nel vaso in cui s' immerge quanto se si aggiungesse un volume di liquore eguale a quello del corpo. Ma i liquori pesano in ragione della loro altezza perpendicolare (294); dunque qualunque siasi la densità del corpo immerso, purchè il volume sia sempre lo stesso, aggiungerà sempre lo stesso peso; e vedremo fra poco che questo peso è eguale a quello del volume rimosso dal suo luogo.

319. *Se il corpo immerso è più pesante del volume del liquore che rimuove dal suo luogo, la sua gravità respettiva* (non già la sua gravità assoluta) *lo fa cadere al fondo del vaso, se può a quella liberamente obbedire.* La prova di ciò si è che per impedire che cada non vi abbisogna un peso eguale al suo, ma so-

lamente un peso eguale all' eccesso del suo peso sopra quello del volume del liquore rimosso dal suo luogo. Infatti il corpo immerso occupa il posto di un volume di liquore che starebbe in equilibrio col rimanente. Il volume dunque del liquore non dovrebbe cedergli il suo posto se non mercè l'eccesso del suo peso sopra quello di questo volume di liquore: ma questo eccesso appunto è ciò che chiamasi *gravità respettiva*. Ne segue;

320 *Che un corpo immerso in un fluido perde una parte del suo peso: e questa parte perduta è perfettamente eguale al peso del volume del fluido rimosso dal suo luogo.*

Esperienza. L (*fig.* 43.) è un piccolo cilindro solido di rame capace di riempire esattamente la custodia M, sotto la quale è sospeso. Si ponga il cilindro e la sua custodia in equilibrio ad un braccio d' una bilancia col peso N posato sotto l' altro bacino: s' immerga il piccolo cilindro nell' acqua. Allora il peso N sbilancia; dunque questo corpo perde una parte del suo peso. Per ristabilire l' equilibrio basta caricare la bilancia d'un volume d'acqua eguale a quello del cilindro immerso L; il che si fa esattamente riempiendo d' acqua la custodia M. Dunque questo corpo immerso perde una parte del suo peso perfettamente eguale al peso del volume dell'acqua che rimuove dal suo posto, e la porzione del peso che gli rimane non è che la sua gravità respettiva, la sola che si dovrebbe sostenere, quando non si volesse che andasse al fon-

do. Ecco perchè egli è sì facile impedire che un uomo affoghi per qualunque parte che si sostenga; perchè la sua gravità respettiva nell' acqua è piccola cosa.

321. Ne segue che *un corpo non tende mai a cadere con tutta l' intensità della sua gravità* (204): perchè è sempre immerso in un fluido, il che gli fa perdere una parte del suo peso. Non gli rimane dunque per cadere che la sua velocità respettiva.

322. Ne segue ancora I. *che a quantità eguali di materia, o a pesi eguali, quanto più volume hanno i corpi più perdono del loro peso per l' immersione*. Perchè allora rimuovono dal suo posto un maggior volume di liquore.

323. II. *Che più il liquore nel quale il corpo è immerso ha di densità, più questo corpo perde del suo peso per l' immersione*. Perchè allora leva dal suo luogo un volume di liquore che ha maggior peso. Ma quel che determina la porzione del peso che perde il corpo immerso è il peso di questo volume di liquore rimosso dal suo luogo (320); un corpo dunque perderebbe una porzione del suo peso maggiore nell' acqua che nello spirito di vino, ed una porzione anche maggiore nel mercurio.

324. *Se un corpo è meno grave d' un egual volume del liquore in cui egli è immerso, una parte ne galleggia, e la parte che resta immersa rimuove dal suo luogo una quantità di liquore, che pesa quanto il corpo intiero.*

Esperienza. Si metta dell' acqua in un vaso di ve-
o, che abbia una chiave alla parte inferiore (*fig.*
.). Si contrassegni con una striscia di carta l' al-
zza dell' acqua nel vaso; e indi vi si metta una
ossa palla di legno. La palla in parte galleggierà,
la parte immersa farà inalzare l' acqua nel vaso
anto se vi si aggiungesse una porzione d' acqua e-
ale in volume alla parte immersa. Si tolga dipoi l'
qua per mezzo della chiave, sintanto che la super-
ie s'abbassi al segno a cui arrivava da principio. E'
idente che si sarà levato un volume d' acqua egua-
al volume della parte immersa. Si pesi questo vo-
me d' acqua colla palla di legno, e saranno in e-
ilibrio scambievolmente. Dunque pesa tanto l'uno
e l' altro; dunque ec.

325. Un battello sul fiume rimuove una quantità
acqua che pesa precisamente quanto il battello, e
suo carico; e se si carica dipiù, tanto più s' im-
rge, e la sua parte immersa è tanto più grande,
anto più è carico, o quanta minor densità ha l'
qua. Cosicchè un battello che deve andare alterna-
amente sul mare e sopra l' acqua dolce, non biso-
a caricarlo tanto, quanto potrebbe esserlo sul ma-
perchè nell' acqua dolce andrebbe a rischio di
mmergersi. Sul principio stabilito disopra (324) è
dato l' uso dell' areometro.

326 L'areometro è uno stromento mediante il quale
conosce la differenza della gravità specifica de' li-
ri. Il più semplice ed il più usitato consiste in

una palla di vetro sottile B (*fig.* 45), soffiata a cerna, e il di cui collo A C, che è lungo e d piccolo diametro, è diviso in tutta la sua lungh in parti eguali. Affinchè questo stromento possa r tenersi in una situazione verticale immerso ne' li ri, bisogna fare in modo che il centro di gravità verso la parte inferiore; perciò vi si applica al di to della palla un' altra piccola palla egualmente sc ta a lucerna dal pezzo, ove vi si mette del me rio. Bisogna mettervene una quantità tale che t l' areometro non arrivi a pesare quanto un vol eguale de' liquori che si vogliono sperimentare.

327. Così costruito l' areometro s' immerge ne quori che si vogliono paragonare: non vi s' imm affatto, perchè lo supponiamo più leggiero d' un lume eguale al suo; perchè i corpi solidi immersi liquori cessano d' immergersi quando hanno f sloggiare una quantità di liquore, il di cui pes guagli il loro (324). Vi s' immergono dunque t to più profondamente, quanto più è leggiero il quore, o ha minore densità; al contrario vi s' mergono tanto meno profondamente quanto più il quore è grave o ha più densità. In maniera che il peso dell' areometro è tale da immergersi nell' qua fino ad E, s'immergerà a maggior profondità i liquori più leggieri; s' immergerà, per esempio, vino fino ad F, nello spirito di vino a G ec. se s' immerge ne' liquori più pesanti dell' acqua arriverà mai a tuffarsi fino in E, per esempio, n

si tufferà fino a D, e sempre tanto meno, quanrà più denso, ed in conseguenza più grave il liie in cui s'immerge.

3. Con questo metodo si conoscerà se un liquopiù o meno pesante d'un altro al quale si goni; ma non si saprà quanto; perchè bisogne:, per far questo e conoscere esattamente il rapo che vi è tra il fusto A C, e le palle B ed S; e è impossibile dopo la costruzione accennata 5); bisognerebbe di più che il gambo A C fosse ttamente cilindrico, il che non è mai. Il più o mezzo d'acquistare questa esatta cognizione operar sempre su volumi eguali. Perciò bisogna uso dell'areometro di *Farenheit*, che è senza radizione il migliore di quanti ne sono stati imnati finora.

9. L'areometro di *Farenheit* (*fig.* 46.) è com- d'una piccola bocchetta ovale di vetro sottile ffiata a lucerna, il di cui collo A C, che è issimo porta in cima un piccolo bacino D E deto a contenere piccoli pesi. L'istrumento si iene verticale ne' liquori mediante una piccola di vetro soffiata S, adattata alla parte di sotto boccetta, e che contiene del mercurio. Si fissa ollo un piccolo segno di smalto *a*, e lo strumo è costruito.

5. Per fare uso di questo areometro bisogna coiare dal conoscere esattamente il suo peso, che bene di segnarvi sopra affine di non se lo scor-

dare. Dipoi si tuffa lo strumento in acqua distillat
e caricandolo di pesi vi si fa immergere fino al s
gno di smalto *a*; la somma de' pesi pósti nel bac
unita al peso dell' areometro dà esattamente il pe
del volume d' acqua misurata coll'areometro. (324
Si ripeta la stessa operazione su quale altro liqu
si voglia, e si avrà coll'istessa esattezza il peso
volume di questo liquore mescolato coll' areomet
Ora, egli è evidente che questi due volumi sono pe
fettamente eguali, poichè sono misurati coll' iste
strumento; la diversità del loro peso darà dunque
differenza della loro gravità specifica, o il rappo
delle loro densità. Per conoscere questo rapporto
farà questa proporzione: la gravità specifica di q
sto liquore sta a quella dell' acqua distillata, co
il peso del volume di questo liquore misurato co
areometro, sta al peso del volume dell' acqua mi
surato egualmente coll' areometro. Se si conosce
sattamente la gravità specifica dell' uno, si conos
rà ancora la gravità dell' altro, come quella anc
di tutti i liquori che si misureranno coll' areo
tro.

Se si vogliono conoscere le diverse specie di ar
metri immaginati sino ad ora si troveranno esa
mente descritte nel mio *Dictionnaire raisonnè de*
sique Tom. I. pag. 137. *e seg.*

331. Co' principj disopra stabiliti (315, 320.)
può conoscere la gravità specifica de' corpi tanto
lidi che fluidi. Questa gravità è il peso col qu

gravita un corpo sotto un volume conosciuto e determinato, come per esempio, un pollice o un piede ubico. Per far ciò si pesano i corpi idrostaticamente, cioè I. nell' aria; II. nell' acqua. Bisogna in quest' occasione servirsi d' acqua distillata per essere siuri d' aver sempre la stessa, e fare in modo che in utte le esperienze sia alla stessa temperatura. Sappiamo che un corpo immerso nell' acqua rimuove da se un volume d' acqua perfettamente eguale al suo (315), che perde allora una porzione del suo peso perfettamente eguale al volume dell' acqua che fa escire al suo posto (320). Abbiamo dunque, I. il peso questo corpo; II. il peso d' un volume d' acqua perettamente eguale al volume di questo corpo. Queti due pesi paragonati fra loro danno il rapporto che è fra la gravità specifica di questo corpo e quella ell' acqua, della quale suppongo nota la gravità, fando questa proporzione, nella quale 10000 rappreentano la gravità specifica dell' acqua, e si dice: il eso del volume d' acqua rimossa da questo corpo è peso di questo corpo, come 10000 ad un quarto rmine che rappresenta la gravità specifica di questo orpo.

Per ottenere qualche esattezza in questo genere d' perienze vi sono delle difficoltà le quali chi vuol noscere, egualmente che i mezzi di prevenirle, overà l' une e gli altri esattamente descritti nel *Discorso preliminare* della mia Opera *sulla gravità specifica de' corpi*.

332. Da quello che abbiamo detto ne segue, I. che

quando due corpi sono eguali in volume, le loro vità ſpecifiche ſtanno fra loro come le loro Così un corpo è d' una gravità specifica du quella d' un altro, quando sotto lo stesso v ha due volte la massa di un altro.

333. II. *Quando due corpi perdono pesi egual iſteſſa acqua, hanno certamente volumi eguali*, lunque siasi la loro figura; poichè perdono s pesi eguali a' pesi de' volumi d' acqua che scacci rimuovono dal suo luogo (320).

334 III. *Le gravità ſpecifiche de' corpi che dell'istesso peso sono in ragione reciproca de' lor lumi.* Così un corpo è d' una gravità specifica di quella d' un altro corpo, quando coll' istess non ha che la metà del volume dell' altro corp

335. IV. *Le gravità specifiche di due corpi s ragione composta della ragione diretta delle lor te, e della ragione reciproca de' loro volumi.* C proposizione è una conseguenza necessaria dell ptecedenti (332. 334.)

336. V. *Uno stesso corpo perderà una maggio zione del suo peso in un fluido specificamente pi ve, che in un fluido più leggero*: poichè perder pre una porzione del suo peso eguale al peso d lume nel fluido che rimuove (320). Bisogner que maggior forza per sostenerlo in un fluido p gero, che per sostenerlo in un fluido più pesan bisogna dunque maggior forza per sostenerlo i ria che nell' acqua.

333. VI. *Le gravità specifiche de' corpi egua*

esanti sono reciprocamente come le quantità del loro eso che perdono nel medesimo fluido. Così se di due orpi eguali di peso l' uno perde un quinto, e l' al- o due quinti del suo peso nello stesso fluido, la avità specifica del primo è a quella del secondo co- e 2 a 1; in ragion reciproca delle perdite del eso.

338. VII. *Se un corpo è della stessa gravità specifica d' un fluido, e vi si immerga, resterà sospeso a alunque profondità del fluido si posi*; vi starà dun- e in equilibrio.

339. VIII. *Se un corpo specificamente meno grave d' fluido vi è intieramente immerso e che si lasci dare, risalirà con una forza eguale all' eccesso di so d' un volume di questo fluido eguale al suo, sul so di questo corpo.* Per questa ragione i palloni s' alzano nell' aria.

340. IX. *La gravità specifica d' un solido è a quel- d' un fluido più grave e sul quale galleggia, come volume della parte immersa è al volume del corpo tiero.* Così se il volume della parte immersa è al lume del corpo intiero, come 2 a 3: la gravità ecifica di questo solido è a quella del fluido, co- e 2 a 3.

341. X. *Dato il peso e il volume d' un corpo, e- almente che la gravità d' un fluido specificamente è grave di questo corpo, trovare la forza che vi ab- sogna per tenere questo corpo immerso intieramente l fluido.*

Siccome questa forza è eguale alla gravità respetti-

va del fluido (319), mediante il volume dato solido e il peso conosciuto d' un piede cubico di do, trovate per la regola del tre il peso d' un v me di fluido eguale al volume del solido. Detr da questo peso il peso del solido, e quel che rin sarà la forza richiesta. Per esempio, supponiamo si domandi la forza necessaria per tenere nell' a un solido di 8 piedi cubici di volume, e di 400 l di peso. Pesando un piede cubico d' acqua 70 lil il peso di 8 piedi cubici d' acqua sarà 560 lib Detraetene le libbre 400, e le libbre 160 che r no saranno la forza necessaria per tenere il so immerso nell' acqua, ed impedirgli di risalire.

342. XI. *Dato il peso d' un corpo che deve e costruito di una materia specificamente più grav un fluido, e la gravità di questo fluido specificam più leggero, determinare la cavità che deve ave corpo per galleggiare in questo fluido.*

Dato il peso d' un piede cubico di fluido si t colla regola del tre il volume della porzione di do eguale in peso a quello del corpo. Se dunqu fa la cavità del corpo tale che il volume sia un p più grande del volume trovato, il corpo avrà m peso che il fluido sotto lo stesso volume, e in co guenza sarà specificamente più leggero; dun galleggierà sul fluido. Per esempio, supponi che si voglia fare una palla di ferro di 30 bre, e che abbia un volume tale che possa leggiare sull' acqua. Un piede cubico d' acqua pes do 70 libbre, un volume d'acqua che pesi 30 libbre, s

tr

tre settimi d'un piede cubico. Si troverà facilmente qual deve essere il diametro d'una sfera di tre settimi di piede cubico di solidità. Si farà dipoi la palla di ferro in maniera che di dentro sia incavata, e che il suo diametro sia maggiore del diametro trovato; e dando a questa palla 11 pollici e 3 linee di diametro galleggerà. Non è dunque necessario che, perchè un corpo galleggi, sia d'una materia in se stessa più leggera dell'acqua; basta dargli gran volume e poca massa. Così quantunque il rame sia circa 8 volte più pesante dell'acqua, nelle armate vi sono delle gondole di rame per posarvi sopra de'ponti per il passaggio delle truppe.

Fenomeni de' Tubi capillari.

343. Si chiamano *Tubi capillari* i tubi sottili, o che hanno un piccolissimo diametro. Questo nome viene indubitatamente dalla lora rassomiglianza in picolezza ai capelli. Pure non è necessario che sieno così sottili. Quelli che si adoprano in fisica lo sono molto meno: nonostante si vedono i loro effetti, quantunque il loro diametro sia di due linee, o due linee e mezzo. Possono farsi d'ogni materia, come di vetro, di metallo ec., ed avere tutte le forme. Tutti i corpi molto porosi, e capaci di ammettere i liquori nel loro interno possono considerarsi come un insieme di tubi capillari.

344. Parliamo de' fenomeni de' tubi capillari in questo luogo, perchè pare che sieno eccezioni alle leggi d' Idrostatica. Una di queste leggi (292) si è, che *tutte le parti d' uno stesso liquore stanno in equilibrio fra loro, tanto in un sol vaso, quanto in più che comunichino insieme, quando le loro superficie superiori sono in uno stesso piano parallelo all' orizzonte*. Ora vediamo quel che succede ne' tubi cappillari.

345. I. Se s' immerge l' estremità d' un tubo capillare in un vaso pieno di liquore, immediatamente il liquore s' inalza nel tubo al disopra del suo livello.

346. II. Se s' immerge lo stesso tubo capillare in diversi liquori tutti s' inalzano nel tubo al disopra del loro livello, ma ad altezze diverse; nè i più leggieri son sempre quelli che s' inalzano di più: perchè lo spirito di vino s' inalza molto meno dell' acqua, dell' accido nitrico, dell' acqua salata, dell' acido sulforico concentrato, dell' orina ec., ed i liquori nominati in ultimo sono quelli che s' inalzano di più. Dal che ne segue che non s' inalzano in ragione inversa delle loro densità, come dovrebbe essere, se la loro elevazione fosse un effetto dell' equilibrio. Non sono neppure sempre i più leggeri quelli che si alzano il meno, poichè l' orina s' inalza più che l' acido sulfurico concentrato. Il che fa vedere che questa elevazione non segue veruna regola che si conosca.

347. III. Se s' immergono nello stesso liquore due tubi capillari di diverso diametro il liquore s'inalza al disopra del suo livello ad altezze che sono in ragione inversa del diametro de' tubi.

. IV. Il contrario di tutto ciò succede col mer-
, perchè se vi s' immerge un tubo capillare, I.
più basso del suo livello; II. tanto più basso
o più stretto è il tubo: III. e questo *più basso*
agione inversa del diametro de' tubi.

E' molto tempo che si cerca la ragione di que-
omeni si contrarj alle leggi dell' idrostatica, e
osti a quel che si sapeva fino allora; ma niuno
ncora lusingarsi di averla trovata. Si possono
uire in tre classi le diverse opinioni proposte su
materia.

La prima comprende quelle che attribuiscono
fenomeni alla pressione ineguale del fluido che
la; supponendo che prema più liberamente e in
aniera più completa sulla superficie del vaso A
, 47), che contiene il fluido, che per l' orifizio
re del tubo immerso D. Non si possono attri-
uesti effetti alla pressione dell' aria che respiria-
ichè gli stessi fenomeni hanno luogo anco nel
olleano. Bisogna dunque che ciò dipenda da un
olto più sottile di cui non negheremo l'esisten-
se ciò venisse dall'ineguaglianza della pressio-
uesto fluido, i liquori dovrebbero inalzarsi, I.
ionalmente alla lunghezza del tubo; perchè se
fluido vi trovasse dalla difficoltà, è certo che
rebbe una maggiore in uno più lungo che in
corto, pure non è così. L' elevazione del li-
ipende unicamente dal diametro interiore del
niente affatto dalla lunghezza. II. I liquori do-
inalzarsi in ragione inversa delle loro den-

sità: ma, come abbiamo detto (346) l'esperien va che non è così. III. Il mercurio dovrebbe si in tutti i tubi capillari al disopra del suo l egualmente che gli altri liquori: oppure bisog dire che quando si presenta il tubo capillare a curio, questo fluido è premuto più liberament orifizio superiore del tubo, che sulla superficie so, il che sarebbe assurdo. IV. Una prova be pleta che questi effetti non dipendono da una ne più o meno libera si è, che se invece d'im re il tubo nel liquore se ne fa scorrere una goccie al difuori, e a seconda della lunghezza bo, quando ella è giunta all'orifizio inferiore risale come nell'altro caso. Questa prima o non è dunque niente affatto soddisfacente.

351. La seconda classe comprende le opini quelli che pretendono che la piccola colonna quore perda il suo peso per l'aderenza al tubo l'attrito. Queste opinioni sono sì mal concepi appena meritano che vi si risponda. E' certo, perienza prova che il liquore, perchè possa in nel tubo capillare, non è necessario l'immerg basta che tocchi la superficie del liquore legge quanto è mai possibile, ed allora il liquore za. Vi bisogna dunque una causa che lo facci re. Confesso che si comprende facilmente com piccola colonna di liquore, una volta che sia in un tubo capillare, vi potrebbe essere sos dall'attrito, o dalla sua aderenza colle pareti d bo; ma si comprende ancora che questo attr

iest' aderenza invece di farvela salire dovrebbe anzi
ipedirnela.

352. La terza classe comprende le opinioni di colo-
che suppongono che il tubo, avendo maggior mas-
o densità del liquore, lo attrae più potentemente
quel che non s' attragga il liquore fra se. Ecco il
rchè, dicono essi, il mercurio ne' tubi capillari sta,
disotto del proprio livello (348); perchè si attrae
i potentemente fra se stesso, di quello che sia at-
tto da' tubi che hanno meno densità di lui. Ma su
che è fondata questa supposizione? secondo quali
gi agisce questa attrazione? Se queste leggi fosse-
le stesse che quelle dell' attrazione generale svi-
ppate da *Newton*. I. i liquori dovrebbero sempre
ere attratti in ragione inversa delle loro masse;
i meno densi dovrebbero essere attratti più for-
ente de' più densi, ed inalzarsi per conseguenza ad
maggiore altezza; ma succede il contrario, per-
vi sono de' liquori più densi che s' alzano molto
di certi altri che sono meno densi (346). II. L'
azione de' tubi dovrebbe essere proporzionale alla
massa, ma non è così; perchè di qualunque ma-
sieno fatti più tubi, supposto che il diametro in-
o sia in tutti lo stesso, lo stesso liquore salirà al-
tessa altezza. III. I liquori dovrebbero stare al di-
o del loro livello in tubi fatti d' una materia me-
desima di loro; perchè allora, secondo le leggi
attrazione, si attirerebbero le parti de' liquori
fortemente fra loro, di quello che non sarebbero
tte da' tubi. Ma tutto giorno succede l' opposto.

I corpi porosi che si devono riguardare come riu
ni di tubi capillari, ammettono ne' loro pori ed
zano al disopra del respettivo livello de' liquori
densi di loro. Dipiù il mercurio, che si tiene al
sotto del suo livello nel tubo di vetro (348). pe
il vetro, dicono, ha una densità minore della sua,
vrebbe per la stessa ragione stare al disotto del suo li
lo in un tubo di stagno, che non ha appena la meta d
densità del mercurio. Ma, come io ho provato, succ
il contrario. Avendo immerso nel mercurio un picc
tubo di stagno di circa un quarto di linea di diametro,
veduto il mercurio inalzarsi per lo meno sieno al
livello: e son persuaso che succederebbe lo stesso
un tubo d' oro, d' argento, di piombo. Sembra d
que che generalmente i liquori s' inalzino al disc
del loro livello ne' tubi a' quali possono aderire;
ecco una delle ragioni per le quali il mercurio st
disotto del suo livello ne' tubi di vetro, a' quali
aderisce punto.

353. L' attrazione, che si pretende essere la ca
de' fenomeni de' tubi capillari, non seguirebb' ella
non la ragione delle masse, almeno la ragione d
superficie? L' esperienza prova di no, perchè c' il
gna che i liquori s' inalzano ne' tubi capillari in
gione inversa del loro diametro (347); cioè se
colonna del liquore inalzata al disopra del suo li
lo è d' un pollice d' altezza in un tubo d' una li
di diametro, sarà di 2 pollici in un tubo di m
linea, e così degli altri. In conseguenza la super
interiore del tubo toccata dal liquore è in tutti i

istessa estensione, poichè le circonferenze sono in ragione diretta de' diametri. Pure la quantità del liquore inalzato al disopra del suo livello è, come chiaramente si vede, maggiore ne' tubi grossi che ne' piccoli, poichè le solidità sono come il quadrato de' diametri. La forza attrattiva non é dunque proporzionale all' estensione delle superficie attraenti, il che dovrebbe essere; ovvero bisognerebbe dire che la stessa causa non produce constantemente lo stesso effetto, il che non si può ammettere.

354. *M. Jurin* (*Trans. Philos. num.* 363. *art.* 2.) alle esperienze veramente ingegnosissime, ma che per sua confessione non concludono, ha creduto non ostante di poter determinare che l' attrazione del tubo non agisce che per il cerchio anulare della superficie esteriore ove termina la colonna del liquore. Ecco le sue esperienze.

Esperienza. Ha fatto saldare insieme due tubi capillari A D, C B (*fig.* 48) l'uno de' quali C B era il maggior diametro dell'altro A D. Supponiamo che nel più grosso l' acqua non potesse inalzarsi che di 6 linee al disopra del suo livello, e di due pollici nel più piccolo. Ha immerso nell' acqua il tubo A B dalla parte più grossa B, ma tanto profondamente da fare arrivar l' acqua fino a D, cioè di due, o tre linee nel piccolo diametro. Allora egli ha potuto rialzare il tubo di due pollici fuori dell' acqua senza che l' acqua ricadesse, quantunque la massima parte di questa colonna di due pollici fosse nel tubo più grosso. Dipoi egli ha immerso il piccolo tubo dalla parte C,

in maniera da far arrivar l'acqua fino in F, cioè circa due linee nel diametro più grande, e allora non ha potuto inalzare il tubo più di 6 linne fuori dell'acqua, senza che ella ricadesse, quantunque la più gran parte di questa colonna di 6 linee fosse nel piccolo diametro. Dal che *M. Jurin* conchiuse che l'elevazione del liquore dipende dall'attrazione del cerchio anulare della superficie interiore del tubo dove finisce la colonna del liquore, poichè questa elevazione cangia col diametro di questo anello.

355. Non avendo *M. Jurin* altro scopo che il conoscere la verità, non dissimula nulla di quel che può indebolire la sua opinione. L'esperienza precedente (354) può esser fatta in maniera che provi troppo, e che diventi ella stessa un nuovo fenomeno che abbisogni d'una nuova spiegazione.

Esperienza. In vece del tubo A B (*fig.* 48), egli adopra un imbuto I K L (*fig.* 49) che può avere parecchi pollici di larghezza, e che è terminato da un tubo capillare H. Supponiamo ancora che questo tubo capillare sia d'un diametro tale, che l'acqua possa inalzarsi 2 pollici al disopra del suo livello. Se s'immerge questo imbuto rovesciato ad una profondità tale che l'acqua arrivi nel tubo capillare H, si potrà allora sollevare l'imbuto circa 2 pollici fuori dell'acqua, senza che l'acqua ricada. Se l'attrazione del cerchio anulare sostiene la colonna H l, quale è la causa che sostiene la gran quantità d'acqua che circonda questa colonna? Hanno riposto che questa massa d'acqua era sostenuta dall'at-

e e dall' aderenza della parte concava L K del-
to.

Ma *M. Jurin* distrugge ancora questa spiega-
on una nuova esperienza.

ienza. Si è servito d' un imbuto che aveva la
di quello della (*fig.* 50), e che era termina-
un tubo capillare. Lo ha immerso, ma in
a non riempirlo che fino a qualche linea del-
: concava, finalmente colla cima del dito ba-
ia introdotto nel tubo capillare una goccia d'
Allora ha inalzato fuori dell' acqua una parte
buto in guisa che vi era al disopra del livel-
colonna d' una altezza eguale a quella che
potuto sostenere un tubo capillare dell' istes-
etro di quello che terminava l'imbuto. In tal
n si può dire che sia l' aderenza della parte
dell' imburo che sostiene la colonna, poichè
parte concava e l' acqua non vi è contatto.

Se vogliamo essere di buona fede dovremo in-
ente confessare, che non siamo ancora bastan-
istruiti sulle cause (poichè ve ne possono es-
ecchie che agiscano insieme) dell' ascensione
ori al disopra del loro livello ne' tubi capilla-
questi sono fatti costanti che possono servire
rne degli altri, nell' istessa maniera che la
la di cui vera causa non c'è ancora ben no-
e a spiegare molti altri fenomeni. L'elevazio-
liquori ne' tubi capillari mi serve per ispiegare
n ceppo o pezzo di legno, sia umido da un ca-
ltro, mentrechè non ne è immersa nell' ac-

qua che una parte. Ciò mi spiega come il succhio s' inalzi dalle radici fino all' estremità de' rami d'un albero: nell' uno e nell' altro vi è una gran quantità di tubi capillari. Il corpo umano, come quello degli animali, è una macchina idraulica, e nel numero quasi infinito de' tubi che la compongono, quello de' capillari è senza comparazióne il più grande. Non fa dunque maraviglia se i fluidi passano sì velocemente, e con tanta facilità da un luogo all' altro. Vi è una gran quantità d' altri fenomeni che sono affatto dipendenti da quelli de' tubi capillari.

Dell' Idraulica; o del moto de' fluidi.

358. Si chiama *Idraulica* la scienza che ha per oggetto il moto de'fluidi. In sequela de'principj su'quali è fondata questa scienza si trovano mezzi di condurre le acque da un luogo ad un altro mediante de' canali, degli acquedotti, delle trombe, e altre macchine idrauliche; e d' inalzarle, tanto per renderle zampillanti, che per altri usi.

Quel che siamo per dire in questo capitolo è per la maggior parte estratto dall' *Idrodinamica dell' Abate Bossut*, opera nella qualle egli ha reso conto d' una bellissima serie d' esperienze che egli ha fatte su questa materia, e che sono molto idonee a servir di guida nella pratica. Quel che siamo per dire sono i risultati di queste esperienze.

Scoli de' fluidi o liquori da' piccoli fori.

359. Quando l'acqua scola da un vaso forato nel suo fondo da un orifizio che sia piccolo in paragone della larghezza del vaso, I. l'acqua discende verticalmente, e la superficie apparisce piana; ma in vicinanza di tre o quattro pollici dal fondo, le particelle lasciano questa direzione, e da tutte le parti, seguendo un moto più o meno obbliquo, si accostano all'apertura per passarvi. Succede lo stesso quando l'acqua esce per un foro laterale. La tendenza di queste particelle verso l'orifizio è una conseguenza necessaria della loro perfetta mobilità, perchè devono dirigersi verso il punto che resiste meno alla forza che le comprime; e il luogo dell'orifizio è il punto della minor resistenza.

360. II. Ad una piccola distanza dal fondo comincia a formarsi un imbuto, la di cui punta corrisponde al centro dell'orifizio. Quando l'acqua esce da un'apertura laterale, non vi si forma che una specie di mezzo imbuto, e che non pare che incominci, se non quando la superficie è vicina a toccare l'orlo superiore del foro. E' probabile che l'imbuto cominci a formarsi dal primo istante dello scolo; ma non divien sensibile che quando la superficie è ad una piccola distanza dal fondo; perchè quando questa superficie ne è lontana, le parti inferiori premute dalle superiori, sono trasportate nella direzione dello scolo. La vera causa della formazione dell'imbuto è l'ineguaglianza della pressione dell'aria per la parte disopra, e per la parte disotto dell'apertura per

cui il liquore scola ; perchè l' acqua cadendo per questo orifizio spinge l' aria, e distrugge una parte della sua reazione.

Sembra che l' imbuto cominci a formarsi ad una altezza tanto maggiore dal fondo, quanto più egli è largo ; e che la formazione nell' imbuto sia meno pronta e meno sensibile, a misura che l' orifizio è più grande respettivamente all' estensione del fondo. L' asprezza maggiore o minore del fondo, e delle pareti del vaso contribuisce ancora ad aumentare più o meno l' imbuto che si forma.

361. La velocità dell' acqua nel suo sortire da un vaso per un piccolo orifizio fatto al fondo del medesimo è eguale a quella che acquisterebbe un corpo grave che cadesse dall' altezza verticale della superficie del fluido al di sopra dell' orifizio (255).

362. L' istesso succede in un orifizio laterale, perchè la pressione del fluido è eguale (data la stessa profondità) in qualunque senso (288), e deve in conseguenza produrre la stessa velocità.

363. Il liquore all' uscire del foro ha una velocità capace di farlo risalire ad un' altezza verticale, eguale a quella della superficie del fluido al disopra dell' orifizio, egualmente che un corpo cadendo per sua gravità da una certa altezza acquista una velocità capace di farlo risalire a quella medesima altezza (355).

364. Si vede ancora per la teoria della caduta de' gravi (217), che se la velocità del liquore all' us-

cire dall' orifizio fosse continuata uniformemente, il liquore percorrerebbe uno spazio doplo dell' altezza del liquore al disopra dell' orifizio, nel tempo stesso che un corpo grave impiegherebbe a cadere da questa altezza.

365. Questa altezza essendo la stessa, la velocità del fluido, all' uscire dall' apertura, sarà sempre la stessa di qualunque specie e di qualunque densità sia il fluido; poichè ella ha costantemente per valore la velocità dovuta a questa altezza. E' ben vero che quando il liquore ha maggior densità, preme di più; ma anche la massa che è spinta è maggiore. In generale è evidente che quando le forze motrici sono proporzionali alle masse che elleno pongono in moto, le velocità sono eguali.

366. Le quantità de' liquori che nel tempo stesso escono da differenti aperture, ciascheduna sotto altezze costanti (supponendo in conseguenza che i vasi sieno mantenuti egualmente pieni per tutto il tempo della sortita de' liquori) sono fra loro come *i prodotti dell' aree degli orifizj per le radici quadrate delle altezze*. Per esempio l' esperienza ha insegnato che un orifizio circolare d' un pollice di diametro fatto in una sottil parete sotto 4 piedi di carico, somministra in un minuto di tempo 5437 pollici cubi d' acqua (373). Se si vuol sapere quanta ne somministrerà nello stesso tempo un orifizio circolare di due pollici di diametro sotto 9 piedi di carico, si farà la seguente proporzione. (Bisogna osservare che l' orifizio di due pollici è 4 volte tanto grande che l' orifizio d' un pollice, perchè le aree de' cerchi so

ome i quadrati de' diametri); 1 X √ 4 : 4 X √ 5436 : x, ovvero 2 : 12 :: 5436 pollici cubici : 6 pollici cubici d' acqua. Questa ultima quantità ella che somministrerà l' orifizio di due pollici ametro sotto 9 piedi di carico.

7. Se si riempie d' acqua un vaso prismatico, e i lasci vuotare intieramente da un orifizio fatto fondo, e si misuri il tempo che impiega a vuotar- e che in seguito avendolo ripieno di nuovo, si enga costantemente pieno mentre l' acqua esce ' orifizio; in questo secondo caso, nell' istesso o in cui il vaso si è vuotato intieramente nel 5 caso, uscirà una quantità dupla d'acqua facen- istrazione dell' imbuto (360) che nel secondo non ha più luogo.

8. Nella pratica l' acque escono spesso da delle ure laterali, che quantunque piccole in parago- ella larghezza delle conserve, nonostante non ono considerarsi come aventi i loro punti a di- e eguali dalla superficie del fluido: tali sono sempio le caretatte de' mulini. Allora il metodo iario è di determinar lo scolo dopo il seguente cinio. Figuriamoci prima che l' orifizio sia ben 5 da una tavola, e che di poi si faccia in que- avola un grandissimo numero di fori pei quali qua possa esche. Riguardando ciascheduno di i fori come un orifizio particolare e isolato, la ità di ciascheduno sarà secondo l' altezza corri- lente del fluido. Dunque se si moltiplica il nu- de' fori all' infinito, o, il che torna lo stesso, immagina che sia tolta intieramente la tavola,

la velocità in ciascun punto dell' orifizio proposto s
rà secondo l' altezza corrispondente del fluido; e n
determinare la quantità di acqua che vi passa, b
sognerà aver riguardo a questa ineguaglianza di v
locità.

369. Pure non si può dissimulare che questo razio
cinio non è affatto concludente. Finchè la somm
de' piccoli fori fatti nella tavola sostituita all' orifizi
è molto piccola in paragone della larghezza del
larghezza della conserva, le porzioni di liquore c
escono da ciascun foro sono spinte dal peso assolu
delle colonne superiori: ma siccome nell' istante c
il numero de' fori aumenta all' infinito, e che i g
d' acqua divengono contigui gli uni agli altri, n
si vede chiaramente che essi devano escire nell' ist
sa maniera che escirebbero da de' piccoli fori isol
Pure siccome questa ipotesi dà risultati molto co
formi all' esperienza, può essere utile il conservar
tanto più che conduce a de' calcoli semplicissimi;
nelle questioni usuali bisogna cercare questa semp
cità quanto mai è possibile.

370. La quantità d' acqua che sorte da questi o
fizj in un tempo dato non è tanto grande qua
pare che debba permetterla la grandezza della l
ro apertura, perchè la vena fluida si ristringe a
uscire dall' orifizio, e ciò fino ad una distanza c
eguagli presso appoco la metà del diametro d
orifizio; e il diametro della vena ristretta sta
diametro dell' orifizio, come poco più di 3 a 4
come 3 e un sesto a 4, o 19 a 14; in ma
ra che la sua area è a quella dell' orifizio, come
a 16

a 16. Succede presso appoco lo stesso quando l'acqua scorre da delle aperture laterali. La contrazione della vena fluida è una prova di quel che abbiamo detto disopra (359), cioè che nell'interno del vaso le particelle laterali si dirigono verso l'orifizio seguendo de' moti più o meno obliqui; e questo moto obliquo può decomporsi in due altri, l'uno parallelo al piano dell'orifizio, che rinchiude la vena fluida; l'altro perpendicolare al medesimo piano, e il solo che produce lo scolo.

371. Questa contrazione ha luogo ancora quando si fa passare l'acqua per de' tubi, e ciò quando l'acqua entra nel tubo, e non quando esce, nel qual caso la vena fluida conserva sempre la forma cilindrica. Si vedrà fra poco che questa contrazione diminuisce in un modo sensibile la quantità di acqua che questi tubi naturalmente dovrebbe somministrare.

372. Per assicurarsi di tutti questi fatti con delle esperienze, ne sono state fatte un gran numero, delle quali io non darò qui che i risultati. In tutti i casi gli orifizj da' quali si è fatta scorrere l'acqua erano forati ben perpendicolarmente in certe lamine di rame di circa una mezza linea di grossezza, e i tempi degli scoli per ciascuna esperienza sono ridotti ad un minuto di tempo.

373. *Altezza costante dell'acqua al di sopra del centro di ciascuno orifizio* = 11 *piedi*, 8 *pollici*, 10 *linee*.	*Poll. cub. somministrati in un minuto.*
Esper. 1. Da un orifizio orizzontale e circolare di 6 linee di diametro	2311
2. Da un orifizio orizzontale e circolare di 1. Pollice di diametro ...	9281
3. Da un orifizio com. sopra di Poll. 2.	37203
4. Da un orifizio orizzontale e rettangolare lungo 1. Poll. largo 3. linee.	2933
5. Da un orifizio orizzontale e quadro d' un Pollice per lato. ——	11817
6. Da un orifizio orizzontale e quadro di 2 Poll. per lato. —— ——	47361
Altezza costante = 9 *piedi*.	
7. Da un orifizio laterale e circolare di 6 linee di diametro —— ——	2018
8. Da un orifizio come sopra di un Poll. di diametro. —— —— ——	8135
Altezza costante = 4. *piedi*.	
9. Da un orifizio laterale e circolare di 6 linee di diametro. —— ——	1352
10. Da un foro come sopra di 1 Pollice di diametro. —— —— ——	5436
Altezza costante = 7. *linee*.	
11. Da un orifizio laterale come sopra di 1 Poll. di diam. —— ——	628

374. Da queste esperienze ne segue, I. *che le perdite dell' acqua fatte in tempi eguali da differenti orizj sotto la medesima altezza della conserva, sono fra loro presso appoco, come l' aree di questi orifizj.* Paragoniamo insieme il risultato della seconda e terza esperienza, nelle quali l' aree delle aperture sono nel rapporto di 1 a 4, e troveremo che le due quantità una di 9281 pollici cubici, e l' altra di 37293 pollici cubici sono fra loro presso appoco nell' istesso rapporto.

375. II. *Che le perdite d' acqua fatte in tempi eguali da una stessa apertura sotto diverse altezze di conserve, sono fra loro presso appoco come le radici quadrate delle altezze corrispondenti dell' acqua nella conserva al disopra de' centri delle stesse aperture.* Paragonate i risultati dell' ottava, e della decima esperienza, dove le altezze delle conserve sono 9 piedi, e 4 piedi, le di cui radici quadrate sono 3 e 2, e troverete che le due perdite d' acqua una di pollici cubici 8135, e l' altra di 5436 pollici cubici, fatte da uno stesso orifizio d' un pollice di diametro sotto 9 piedi poi sotto 4 piedi di carico, sono fra loro sensibilmente nel rapporto di 3 a 2.

376. III. Che generalmente *le quantità d' acqua scolata nell' istesso tempo per differenti orifizj sotto diverse altezze di conserva, sono fra loro in ragione composta dell' aree delle aperture, e delle radici quadrate delle altezze delle conserve.*

377. IV. Ma che *l' attrito è cagione che fra parecchi orifizj di figura simile, i più piccoli somministrino*

meno in proporzione de' grandi sotto una stessa altezza d' acqua nella conserva. Perchè relativamente all' area di ciascuno orifizio vi è un maggior numero di punti che sfregano sugli orli degli orifizj piccoli, di quello che ne' grandi, perchè le circonferenze non diminuiscono quanto le aree.

378. V. Che *di parecchi orifizj d' aree eguali, quello il di cui perimetro è minore, deve per ragione degli attriti, somministrar più acqua che gli altri, sotto una stessa altezza di conserva*. In conseguenza gli orifizj circolari sono per questo oggetto i più vantaggiosi di tutti: perchè la circonferenza del cerchio è la più corta di tutte le linee che si possano scegliere per rinchiudere uno spazio dato. Vi è dunque meno superficie che sfrega relativamente alla grandezza dell' area.

379. E' facil cosa il vedere che queste quantità di acqua perdute nelle superiori esperienze (373) non sono di gran lunga tanto grandi, quanto dovrebbero esserlo, avuta in mira l'estensione dell' aree delle aperture, e le altezze delle conserve: l' attrito, e soprattutto la contrazione della vena fluida (370) diminuiscono molto la perdita, perchè la velocità che dipende dall' intiera altezza del fluido nella conserva non resta sensibilmente alterata. La differenza di queste perdite d' acqua, supponendo I. che l' area della vena fluida sia come quella dell' orifizio; II. che questa vena fluida siasi ristretta, questa differenza, come ho detto, è presso appoco come 16 a 10; cioè supponendo l' area dell' orifizio diminuita nel rapporto di

6 a 10. (370), si potrà con somma esattezza determinare gli scoli de' fluidi che escono da' vasi mantenuti egualmente pieni. Daremo frappoco una tavola di queste differenze (397).

380. Si chiama un *pollice d' acqua* la quantità che e somministra un orifizio laterale e circolare d' un pollice di diametro, mantenendo costantemonte la superfizie dell' acqua alta 7 linee al di sopra di questo orifizio. Ecco il caso della undecima sperienza, dove vede che la quantità di acqua somministrata è di 28 pollici cubici, che sono 13 pinte e un dodicesimo, contenendo ciascheduna pinta 48 pollici cubici, bichè vi vogliono 36 pinte per fare un piede cubico. *Mariotte* che ha fatta la stessa esperienza, ha trovato la perdita un poco più grande; ma è probabile che li sia passato qualche errore, perchè la sperienza undecima da me citata è stata fatta colla più grande attenzione. Una pinta d' acqua invece di pesar due libre, come si crede comunemente, non pesa che una libbra, 15 once, e 64 grani.

Stolo de' fluidi o liquori per i tubi addizionali.

381. Quando, invece di fare uscir l' acqua da un vaso per un foro fatto in una sottil parete, si fa uscire dalla cima d' un tubo verticale addizionale dell' istesso diametro del foro, la perdita dell' acqua è maggiore, perchè la contrazione della vena fluida (370) più grande nel primo che nel secondo caso come si proverà coll' esperienza.

382. L' altezza costante dell' acqua nella conserva al disopra della base superiore del tubo addizionale verticale è di 11 piedi, 8 pollici, e 10 linee; e il diametro del tubo è d' un pollice.

383. *Altezze variabili del tubo espresse in linee.*

	Poll. cub. d' acqua versata in 1 min.
Esper. I. 48)	12274
II. 24) l' acqua sortendo a piena bocca	12188
III. 18)	12168
IV. 18) l' acqua non seguendo le pareti	9282

384. Si vede che più questo tubo verticale è lungo, più la perdita dell' acqua è grande, perchè la contrazione della vena fluida è minore, come si può riscontrare paragonando le tre prime esperienze. Pure una contrazione vi è sempre, quantunque sembri che l' acqua esca a piena bocca.

385. Paragonando le quantità di acque perdute nella III. e nella IV esperienza si vede che le due perdite, una di 12168 pollici cubici, e l' altra di 9282 pollici cubici sono fra loro presso a poco nel rapporto di 13 a 10. Ma abbiamo detto di sopra (370) che l' acqua uscendo da un orifizio fatto in una sottil parete, se la vena fluida non si ristringesse punto, la perdita fatta da questo orifizio sarebbe alla perdita che facesse da questo stesso orifizio, ristringendosi la vena fluida, come 16 a 10 in circa. Si deve dunque concludere da ciò, che *l' altezza dell' acqua nella consti-*

va, e il foro dell'uscita essendo gli stessi; la perdita da un foro fatto in una sottil parete, e nel quale non vi fosse contrazione della vena fluida; la perdita fatta dall'orifizio di un tubo addizionale; e la perdita da un foro fatto in una sottil parete, e nel quale la vena si ristringa, stanno fra loro presso appoco come i tre numeri 16. 13. 10. Questi rapporti sono bastantemente esatti per la pratica.

386. Ciò prova che i tubi addizionali non distruggono che in parte la contrazione della vena fluida. La più sensibile di tutte, e che per questa ragione si chiama *contrazione della prima specie*, è quella che ha luogo nel sortir l'acqua da un piccolo foro fatto in una sottil parete d'una gran conserva.

387. Se il tubo addizionale invece d'esser verticale o situato al fondo della conserva, fosse orizzontale, o situato sul lato della conserva, somministrerebbe la stessa quantità d'acqua, purchè vi fosse sempre la stessa lunghezza, e l'orifizio esterno fosse situato alla stessa profondità al disotto della superficie dell'acqua nella conserva.

388. Se il tubo addizionale, in vece d'esser cilindrico fosse conico, avendo la base maggiore dalla parte della conserva, somministrerebbe una maggior quantità d'acqua. La forma la più vantaggiosa che se gli possa dare per aver la maggior quantità d'acqua in un tempo dato da un orifizio determinato è quella che naturalmente prende la vena fluida al sortire da un orifizio forato in una parete sottile. Cioè bisogna dare a questo tubo la forma d'un cono troncato, la di

cui base più grande abbia per diametro quello dell' orifizio, pel quale si vuole che si faccia lo scolo. Bisogna di più che l' area della base minore sia all' area della maggiore, come 10. a 16, e che la distanza da una base all' altra sia presso appoco eguale al semidiametro della base maggiore. Il resto della lunghezza del tubo può essere cilindrico o prismatico. Allora lo scolo sarà molto più abbondante che se si facesse per un orifizio eguale alla piccola base fatto in una sottil parete; e nel quale la vena fluida non soffrisse alcuna contrazione.

389. Questa forma può avere la sua applicazione alla pratica, quando si tratta di derivare una certa quantità d' acqua da un fiume, da un acquedotto ec. con un canale o tubo laterale.

390. Se si paragonano frattanto gli scoli fatti da' tubi addizionali di diversi diametri e sotto diverse altezze di conserve, si hanno i seguenti risultati: i tubi adddizionali avendo due pollici di lunghezza, ed essendo verticali o situati al fondo della conserva.

91. *Altezze costanti dall'acqua al disopra dell' orifizio.*	*diametri de' tubi espressi in linee.*	*pol. cub. somin. in 1 m.*
sper. I.	6 l'acqua uscendo a tub. pien.	1689
II.	10	4703
III. 3 piedi 10 pol, 0 lin. 552	6 l'acqua non seguendo le pareti	1295
IV.	10	3598
V.	6 l'acqua uscendo a tub. pien.	1222
VI.	10	3402
VII. 2 Piedi, 0 288 linee	6 l'acqua non seguendo le pareti.	935
VIII.	10	2603

392. Risulta da queste esperienze I. che *le perdite atte da diversi tubi addizionali sotto una medesima lezza d'acqua nella conserva, sono sensibilmente roporzionali all' aree degli orifizj, o a quadrati de' ro diametri.*

393. II. Che *le perdite fatte da' tubi addizionali ello stesso diametro, sotto diverse altezze d'acqua lla conserva, sono semplimente proporzionali alle dici quadrate delle altezze delle conserve.*

394. Che in generale *le perdite fatte nell' istesso npo da diversi tubi addizionali sotto diverse altez. d' acqua nella conserva, sono fra loro presso appocome i prodotti de' quadrati de' diametri de' tubi, le radici quadrate delle altezze delle conve.*

395. Si vede da ciò che gli scoli da' tubi ad
nali seguono fra loro le stesse leggi che quelli
fanno da fori fatti in pareti sottili (374 e *seg.*

396. Dopo tutte queste esperienze si può for
seguente tavola di perdite d' acqua da un orifi
to, fatto in una parete sottile, supponendo
vena fluida non soffra alcuna contrazione; o
stesso orifizio fornito d' un tubo addizionale.

397. *Altezze costanti dell' acqua nella conserva al di sopra dell' orifizio espresse in piedi.*	*Perdite d'acqua in 1 minuto da un orifizio di 1 Poll. di diametro senza contrazione di vena espresse in poll. cub.*	*Perdite d'acqua in 1 minuto per un tubo addizionale di 1 Poll. di diametro e di 2 Poll. di lunghezza espresse in pollici cub.*	*Perd acqua minuto orifizi Poll. metro trazion vena e in Pol*
1	4381	3539	
2	6169	5002	
3	7589	6126	
4	8763	7070	
5	9797	7900	
6	10732	8654	
7	11592	9340	
8	12392	9975	
9	13144	10579	
10	13855	11151	
11	14530	11693	
12	15180	12205	
13	15797	12699	
14	16393	13197	
15	16968	23620	

De' getti d' acqua o zampilli.

398. Qualunque siasi la direzione d'un getto, la perdita dell' acqua che si fa è sempre la stessa, purchè lo spillo, e l' altezza della conserva al disopra dello spillo siano gli stessi. Ciò è una conseguenza necessaria della pressione eguale in tutti i sensi (288).

399. L' acqua al sortire da uno spillo qualunque piccolissimo, ha una velocità capace di risalire all' altezza dell' acqua nella conserva (363), così i getti verticali s' inalzerebbono se niente loro impedisce all' altezza intiera delle loro conserve.

Parecchie cause concorrono a diminuire l' elevazione de' getti d' acqua verticali. I. L' attrito de' tubi dal la conserva fino al foro dello spillo (434); II. L' attrito nel circuito dell' orifizio: III. La resistenza che l' aria oppone al moto della colonna; IV. Il peso delle particelle dell' acqua, le quali nel salire hanno perduta tutta la loro velocità, e che ricadono su quelle che tuttavia s'inalzano zampillando. Perchè inclinando un poco il getto, s' inalza un poco più che quando è perfettamente verticale. Ma in questo caso non produce un effetto così piacevole all' occhio che quando l' acqua cade perpendicolarmente sopra di se stessa.

400. Quando l' estremità del tubo (che noi chiameremo spillo) si dirige obliquamente all' orizzonte, la forza di proiezione, e la gravità dell' acqua fanno si che lo zampillo descriva sensibilmente una parabola

(275). la di cui ampiezza è tanto più grande, quanto è maggiore l' altezza della conserva, perchè vi è proporzionale.

401. Quando lo spillo si dirige orizzontalmente il getto descrive una mezza parabola.

402. I getti d' acqua s' inalzano tanto più, quanto le aperture de' loro spilli sono più grandi; perchè di due getti di acqua, che venendo dalla stessa conserva zampillano con velocità eguali, il più grosso I. prova meno attrito: II. ha più massa, ed in conseguenza più forza per superare gli ostacoli. Ma quantunque i grossi zampilli s' innalzino più de' piccoli, non ostante non gettano più quantità d'acqua in porporzione di questi ultimi, perchè la perdita è come il prodotto dell' apertura dello spillo per la velocità nel sortire dal medesimo (364), e questa velocità è sensibilmente la stessa per l' uno e per l' altro, astrazione fatta degli attriti.

403. Perchè i grossi getti s' inalzino più de' piccoli bisogna che i tubi del condotto sieno larghi per somministrar l' acqua con una abbondanza bastante; perchè essendo molto stretti l' esperienza prova che i piccoli getti s' inalzano più de' grandi. Bisogna dunque che il diametro del tubo del condotto abbia una certa grandezza per rapporto a quella dello spillo, perchè il getto s' inalzi alla maggiore altezza possibile. Se dunque si paragonano due differenti getti d' acqua che si voglia che ciascuno s' inalzi alla sua maggiore altezza, bisogna che *i quadrati de' diametri de' tubi del condotto sieno fra loro in ragione composta de'* qua-

iti de' diametri degli spilli, e delle radici quadra-dell' altezze delle conserve. Così se si conosce per erienza il diametro che deve avere un tubo di con-to per somministrar l' acqua alla perdita che ne fa dato spillo con una altezza data di conserva, si erminerà il diametro di ogni altro tubo per somministrare ad un altro spillo dato l' acqua necessaria, ı una data altezza di conserva.

104. L' esperienza ci ha insegnato che per uno spildi 6 linee di diametro e sotto un' altezza di conva di 52 piedi, il diametro del tubo cel condotto e esser di circa 39 linee; e che per uno spillo elmente di linee 6, ma di 16 piedi di altezza di serva, dev'essere di circa 28 linee e mezzo. Non è inconveniente veruno a dare al tubo del conto un maggior diametro di quel che lo esiga la la stabilita, ma pregiudicherebbe a dargliene uno ore.

105. Si fanno qualche volta degli spilli conici e drici, ma si fa male. Gli spilli cilindrici sono i iori di tutti. Quelli poi che procurano una mage elevazione allo zampillo sono quelli che sono ti nella lama orizzontale, che chiude l' estremità tubo. Bisogna che questa lama sia ben polita, le, di una grossezza uniforme e forata perpendirmente.

106. Risulta dal confronto di parecchie esperienze e su' getti d' acqua, che *le differenze delle altezze getti verticali, alle altezze delle loro conserve, fra loro sensibilmente, come i quadrati delle*

altezze de' getti. Se dunque l'esperienza ci ha fatto conoscere quanto bisogna acciocchè s'inalzi un getto all'altezza della sua conserva, con una semplice proporzione si conoscerà la quantità di cui avrà bisogno ogni altro getto d'una data altezza acciocchè s'inalzi all'altezza della sua conserva. Se si vorrà conoscere l'altezza della conserva, si aggiungerà all'altezza del getto la quantità trovata mediante la proporzione.

407. Quando vi sia bisogno di accodare de' tubi di condotto, bisogna scansare quanto è possibile di accodarli ad angolo retto; perchè l'urto della corrente contro queste sorte d'angoli distrugge una parte della velocità e logora molto il tubo.

408. Aggiungeremo in questo luogo una tavola per facilitar l'applicazione de' principj stabiliti.

Si troveranno nelle due prime colonne le altezze de' getti, e le altezze corrispondenti delle conserve. La terza colonna contiene in pinte parigine, 36 delle quali formano un piede cubico, le perdite in un minuto di tempo con uno spillo di 6 linee di diametro relativamente alle altezze della seconda colonna. Conoscendo le perdite per uno spillo di 6 linee, una semplice proporzione farà conoscere le perdite che si faranno per qualunque altro spillo di qualsivoglia diametro ad una stessa altezza della conserva; poichè è stato provato (374) che le perdite sono fra loro come le aree degli spilli, o come i quadrati de' diametri di questi spilli. Nella quarta colonna si trovano i diametri che devono avere i tubi dei con-

r uno spillo di 6 linee di diametro, relati-
: alle altezze della seconda colonna. Si co-
nno i diametri de' tubi de' condotti per altri
: in altre altezze di conserva seguendo la re-
sopra stabilita (403).

Relativamente alle due ultime colonne vi
ascurate le frazioni nel calcolo.

Altez- Getti in	*Altezza delle conserve espresse in piedi e in pollici*		*Perdite in 1 minuto da un spillo di 6 lin. di diametro espressi in pinte Parigine.*	*Diametro de' tubi de' condotti relativamente alla II. e III. colonna espressi in lin.*
edi	5 pied.	1 pol.	32 pinte	21 linee
	10	4	45	26
	15	9	56	28
	21	4	65	31
	27	1	73	33
	33	0	81	34
	39	1	88	36
	45	4	95	37
	51	9	101	38
	58	4	108	39
	65	1	114	40
	72	0	120	41
	79	1	125	42
	86	4	131	43
	93	9	136	44
	101	4	142	45
	109	1	147	46
	117	0	152	47
	125	1	158	48
	133	4	163	49

Delle trombe da acqua.

410. Le trombe sono macchine idrauliche per i
zar l'acqua. Son composte di cilindri scavati
(*fig.* 51) o E F (*fig.* 53), intieramente ben c
giunti e saldati, e di un diametro bene eguale
tutta la loro lunghezza che si chiama *corpo d
tromba*, nel quale si fa scorrere un turacciolo c
mato *stantuffo* che si fa muovere mediante un f
di metallo X *y*, all'estremità X del quale si ad
il motore per mezzo d'una leva X Y, o di qual
altra macchina: a ciò si aggiunge un tubo A T (
51). per condur l'acqua all'altezza che si vu
finalmente delle valvole S, *s*.

411. Vi sono parecchie specie di trombe. Le
sono prementi, le altre aspiranti; ed alcune s
nel tempo stesso aspiranti e prementi.

412. Vi sono due maniere di costruire le tro
prementi. Nelle une (*fig.* 51) la colonna d'ac
che s'inalza riposa sullo stantuffo che si tira: n
altre (*fig.* 52) la colonna d'acqua resiste allo st
tuffo che si spinge. Le prime possono chiamarsi *tro
be prementi che inalzano*, le altre *trombe prem
che spingono*.

413. La tromba premente che inalza (*fig.* 51)
composta d'un corpo di tromba A B, alla parte i
feriore del quale vi è unito un pezzo di tubo BN, ap
in basso, e meglio ancora, forato in tutta la sua lungh
za in maniera che le sporcizie più grossolane che s
nell'acqua non possano arrivar nel corpo della trom

Nell'

Nell'unione di questo tubo col corpo della tromba vi è una talvola *s*, che inalzandosi permette all' acqua d'entrare nel corpo della tromba, ma che dipoi abbassandosi non la lascia escire. In questo corpo di tromba vi è uno stantuffo I forato da parte, a parte, e guernito nella sua parte superiore di una valvola S, e sormontato da una forchetta *x*, per la quale è congiunto, mediante una testa fessa come quella d' un compasso, al fusto *x* K, che lo mette in moto per mezzo d' una leva del primo genere X Z Y (477), e che ha il suo punto d' appoggio in Z. Alla parte superiore A del corpo della tromba vi è unito un tubo che sale, e che ha la sua bocca per cui versar l' acqua in T. Questa tromba deve essere accomodata in qualche maniera nel pozzo o nel bacino, ma in guisa che il corpo della tromba A B rimanga intieramente al disotto della superficie dell' acqua A A.

414. In questo stato se si alza lo stantuffo I, abbassando l'estremità Y della leva Y Z X, in maniera che questa leva si trovi nella posizione *y* Z *x*, lo stantuffo s' inalzerà nella tromba d' una quantità eguale a X *x*, nel qual tempo alzandosi la valvola *s*, l'acqua passerà dal bacino nella tromba per la pressione dell' acqua esteriore (288). Si abbassi dipoi lo stantuffo, e questa pressione farà chiudere la valvola, ed aprire l'altra valvola S, dalla quale l'acqua, che era al disotto dello stantuffo passa disopra, e preme la valvola S contro i labri della sua apertura, il che

impedisce che ripassi di sotto quando s'inalza di nuovo lo stantuffo. Un secondo colpo di stantuffo inalzerà dunque questa quantità d' acqua, e per lo stesso meccanismo lascierà pessarne una nuova quantità nella tromba, e dipoi sopra lo stantuffo: in maniera che con un certo numero di colpi di stantuffo si arriverà a riempire il tubo ascendente A T. Allora a ciascun colpo di stantuffo escirà dalla bocca T una massa d' acqua eguale ad un cilindro che abbia per base il diametro dello stantuffo, e per altezza il tratto che percorre lo stantuffo nel corpo della tromba.

415. E' facile di sapere quale è il peso della colonna d' acqua di cui è aggravato lo stantuffo, quando il tubo A T è pieno, e in conseguenza quale è la forza che bisogna adoptare in Y per far agire la tromba. Abbiamo disopra provato (294) che *i liquori pesano in ragione della loro altezza perpendicolare, e dalla larghezza della base che si oppone alla loro caduta.* In una tromba questa base è lo stantuffo, e questa altezza perpendicolare è quella del tubo A T al disopra della superficie dell'acqua. Così quando il tubo è pieno, il carico sullo stantuffo è uguale al peso d' un cilindro d' acqua che avesse per diametro quello dello stantuffo, e per altezza quella del tubo A T al disopra della superficie dell' acqua, qualunque sia il diametro del tubo; il che è facile a calcolarsi, quando si sa che un cilindro d' acqua d' un piede di diametro, e d' un piede d' altezza pesa 55 libbre.

416. Ne segue da ciò che non si diminuisce il peso

la colonna d'acqua diminuendo il diametro del tu-
che sale. Si aumenta anzi la resistenza che biso-
superare a motivo dell'aumento degli attriti, che
o maggiori ne' piccoli tubi che ne' grandi (105);
chè le superficie relative aumentano come diminui-
no i diametri. Così se non fosse per risparmiare
pesa, si avrebbe torto di fare il tubo che sale più
olo del corpo della tromba, come si costuma di
. Sarebbe meglio dargli un diametro un poco più
nde che quello del corpo della tromba; allora la
nna d'acqua che s'inalza scorrerebbe in un tu-
d'acqua, e non proverebbe che attriti della secon-
specie (97).

17. La tromba premente, e che spinge, è compo-
d'un corpo di tromba C D, (*fig.* 52) chiuso af-
dalla parte inferiore, e affatto aperto dalla parte
pra, nella quale vi è uno stantuffo K, che non
risce da quello della tromba precendente (413)
nella valvola S, la quale è situata alla sua par-
nferiore. Questo stantuffo, come quello dell'al-
tromba, si mette in moto mediante una leva Y
Z, ma del secondo genere (477), e che ha il suo
to d'appoggio in Z. Il suo tubo che sale D O è
ato accanto al corpo della tromba, col quale com-
lica, ed è fornito d'una valvola, nella sua parte
riore e d'un tubo che versa l'acqua O nella sua
e superiore. Questa tromba, egualmente che la
edente deve essere collocata nel pozzo o nel ba-
in maniera che il corpo della tromba C D sia

intieramente al disotto della superficie dell' acqua A A.

418. L' acqua riempie il corpo della tromba cadendo dall' apertura C, e passando a traverso dello stantuffo K la di cui valvola S, mediante la sola sua posizione si trova naturalmente aperta. Se si abbassa lo stantuffo K portando la leva Y X Z nella situazione *y u* Z; la resistenza dell' acqua contro la valvola S la chiude immantinente: quest' acqua non potendo dunque ripassare al disopra dello stantuffo è costretta ad entrare nel tubo D O, aprendo la valvola *s*. Inalzando lo stantuffo, la valvola *s* si chiude per la pressione dell' acqua che è al disopra, e la valvola S si apre, ricadendo per il proprio peso. Passa dunque una nuova massa d' acqua al disotto dello stantuffo, che abbassando un' altra volta lo stantuffo, è costretta di passare, come la prima, nel tubo O D, in guisa che con un certo numero di colpi di stantuffo si viene ad empire questo tubo. Allora tutto è come nell' altra. Se nell' una e nell' altra lo stantuffo è dello stesso diametro, e se i tubi sono dell' istessa altezza perpendicolare, i pesi delle due colonne d' acqua sono eguali, e queste due trombe richiedono la stessa forza motrice per essere messe in azione; perchè è l' istesso o che questa forza debba inalzare lo stantuffo carico della colonna d' acqua, o che abbia a spingere la colonna d' acqua collo stantuffo.

419. La tromba aspirante (*fig.* 53) è composta d' un corpo di tromba E F aperto in alto, e che nella par-

inferiore porta il tubo di aspirazione E P. Alla ri-
nione di questo tubo col corpo della tromba vi è
na valvola *s* destinata a lasciare, alzandosi, l' adi-
› all' acqua dal tubo d' aspirazione P F ne corpo-
ella tromba E F: e ad impedire, abbassandosi, che
ssa l' acqua ritornare per la stessa strada. Nel cor
› della tromba vi è uno stantuffo L simile in tutto
quello I (*fig.* 51) della prima specie della tromba
emente, della quale abbiamo parlato (413): e che
mette in moto nella stessa maniera con una leva
Z Y (*fig.* 53) dello stesso genere. Questa tromba
ve accomodarsi in maniera che non vi sia che l'
remità inferiore del tubo d' aspirazione E P che sia
merso nell' acqua.

429. Nel momento dell' inazione della tromba le
e valvole S ed *s* sono naturalmente chiuse per il
›prio peso. Se si solleva lo stantuffo L, portando
leva X Z Y nella situazione *x* Z *y*, s' inalza la
lonna d' aria che riposa disopra; e l' aria che è
chiusa nel tubo d' aspirazione dalla superficie dell'
qua *a*, fino allo stantuffo, avendo maggior luo-
da occupare, diviene più rara che l' aria esterna.
iesta ultima preme con maggior forza sulla su-
ficie dell' acqua *a*, e l' obbliga a salire nel tu-
d' aspirazione sino a che l' aria interna abbia ripre-
la sua prima densità occupando meno luogo. In
niera che, dopo qualche colpo di stantuffo l' acqua
iva al corpo della tromba e passa attraverso dello
ntuffo, sollevando le valvole *s* ed S una dopo l'

altra; lo stantuffo alzandosi costringe l' acqua ad uscire per il tubo E.

421. Siccome la pressione dell' aria è quella che fa salir l' acqua in questa tromba, e questa pressione non può sostenere una colonna d' acqua che di circa 32 piedi (301), è evidente che il tubo d' aspirazione non deve essere più lungo di 32 piedi; anzi nell' uso ordinario non se gli dà neppure tanta lunghezza. Perchè la pressione dell' aria possa sostenere una colonna d' acqua di questa altezza bisognerebbe, I. che la tromba aspirante fosse fatta colla più grande esattezza, e si mantenesse sempre tale: II. che fosse situata al livello del mare o presso appoco: III. che la pressione dell' aria non variasse. Ma il più delle volte questi dati non hanno luogo. Basta ordinariamente di dare al tubo d' aspirazione 23, o 24 piedi. Se vi è bisogno d' inalzar l' acqua ad una maggiore altezza bisogna servirsi della tromba premente. E' vero che l' uso di quest' ultima è sottoposto a molti inconvenienti. Bisogna accomodare il corpo di questa tromba ne' pozzi, o nel bacino, e quando bisogna farvi qualche lavoro o riattamento, il che spesso succede, bisogna vuotare il pozzo, o tirare fuori la tromba, il che è incomodo e dispendioso. Per iscansare questi inconvenienti, quel che si può far di meglio in un caso simile è di render la tromba nel tempo stesso aspirante e premente, come vedremo fra poco (425).

422. Nel 1766 si pretese, e fu fatto avvisare su' fogli pubblici che in Siviglia della Spagna erasi costrui-

ta una tromba semplicemente aspirante che inalzava l'acqua a 60 piedi d'altezza, e si concluse in conseguenza che era stato un inganno il credere fino allora che la pressione dell'aria non poteva sostenere una colonna d'acqua che di 32 piedi. Vediamo quali fondamenti avesse questa pretensione. Un lattajo poco pratico costruì a Siviglia una tromba aspirante, al tubo d'aspirazione, della quale diede 60 piedi d'altezza, perchè di tanto aveva bisogno d'inalzar l'acqua. La sua tromba è al posto, la mette in azione, e non può far sì che arrivi l'acqua nel corpo della tromba. O per impazienza, o per collera diede un colpo d'asce, e fece una piccola apertura al tubo d'aspirazione all'altezza di 10 piedi circa al disopra della superficie dell'acqua, immediatamente giunse una piccola porzione d'acqua nel corpo della tromba. Con questo metodo si credè di aver fatto una tromba aspirante che inalzasse l'acqua a sessanta piedi. Il Lettore giudichi di questa pretensione.

423. Supponiamo che il tubo d'aspirazione P F abbia dalla superficie *a* dell'acqua fino in F, 60 piedi d'altezza; e che dopo un corto numero di colpi di stantuffo siasi fatta salir l'acqua fino in *c* a 32 piedi di altezza. Se allora si fa un piccolo foro in *b*, 10 piedi sopra la superficie dell'acqua, l'aria che entra da questo piccolo foro esercita la sua pressione in ogni senso (301); fa cadere nel bacino la colonna d'acqua di 10 piedi che è al disotto di *b*; e la pressione

che l'aria esercita in *b* di basso in alto non ha più che fare che con una colonna di 22 piedi. Ella potrebbe dunque portare questa colonna non solo a 60, ma ancora a 8000 piedi di altezza; perchè l'aria presa verso la superficie della terra è più di 800 volte meno densa che l'acqua (885): e supponendo (quel che non è) che la sua densità non diminuisse a misura che si va in alto, i 10 piedi d'acqua detratti equivarrebbero a più di 8000 piedi d'aria. La colonna d'aria che premerebbe in *b* sarebbe dunque forte di troppo per più di 8000 piedi. Così i 22 piedi restanti d'acqua non sarebbero in equilibrio colla colonna d'aria che dopo essere salita a più di 8000 piedi. Per avere una seconda porzione d'acqua con una simil tromba bisognerebbe cominciare dal chiudere il foro che si fosse fatto in *b*, dipoi dare parecchi colpi di stantuffo per inalzar l'acqua fino in *c*; e finalmente riaprire il foro in *b*. Ma questo metodo si potrà egli riguardare come semplice? e per aver poi una sì piccola quantità d'acqua. Di più bisognerebbe che il tubo d'aspirazione fosse d'un piccolo diametro, senza di che il volume d'acqua si discontinuerebbe, l'aria vi passerebbe a traverso, e non salirebbe nemmeno una goccia d'acqua nel corpo della tromba. Per annunziare come falsa un'opinione ricevuta generalmente bisogna almeno pensarci due volte.

424. Poco tempo dopo M. *Bellangè* imitò la tromba di Siviglia, e le diede di più la proprietà di somministrare l'acqua a 55 piedi d'altezza con un getto

itinuo, quantunque ella non fosse che semplicente aspirante. Ecco come feco. A un piccolo cordi tromba di 25 linee di diametro interno, e il cui stantuffo camminava per otto pollici di tratto, junse un tubo d'aspirazione di 10 linee di diaro, e di cinquantasei piedi di lunghezza. Questo o aveva una valvola alla sua unione col corpo a tromba, ed un'altra alla sua estremità inferio- Questa estremità entrava in una botte piena d' ua. Egli aveva fatto a questo tubo un foro di' cirmezza linea di diametro a 12, o 15 pollici al pra dell'acqua. Il tutto così disposto, se faceva overe lentamente lo stantuffo, non saliva punto icqua. Il piccolo foro somministrava aria bastaner riempire il tubo d'aspirazione. Ma se si facemuovere lo stantuffo con molta velocità, il foro potendo in sì poco tempo somministrare tanta per riempire il tubo, saliva un poco d'acqua si mescolava coll'aria; in maniera che la colonsi trovava composta alternativamente di piccoli adri di aria e di acqua; e sebbene ella avesse 55 i d'altezza, vi voleva maggiore altezza perchè pesasse quanto sarebbe pesata una colonna d'a- continua di 32 piedi. Così avendo io calcoladal diametro del corpo della tromba e l'estene e tratto per cui si muoveva lo stantuffo, la ntità d'acqua che questa tromba avrebbe potuto ministrare, se non ci fosse passata aria: ed avenaragonata questa quantità a quella che ne som-

ministra realmente; trovai questa ultima molto riore. Perchè in 6 minuti di tempo si detter colpi di stantuffo, che somministrarono 36 pin acqua, mentre avrebbero dovuto darne più d pinte. Questa tromba non somministra l'ottava te dell'acqua che avrebbe dovuto darci. Così, tunque ella sembri meglio costrutta, non vale più di quella di Siviglia.

425. La tromba aspirante e premente è com d'un corpo di tromba G H (*fig.* 43.) aperto to, e alla parte inferiore del quale è annesso bo d'aspirazione H V. Nel luogo in cui si ri questo tubo col corpo della tromba vi è una la S destinata all'istesso uso che nella tromba plicemente aspirante (419). Nel corpo della ba vi è uno stantuffo M non forato come i pre ti, ma pieno, e che è messo in moto median fusto *x* X ed una leva Y X H del secondo g (477), che ha il suo punto d'appoggio in Z. to del corpo della tromba, e verso il basso vi nesso un tubo ascendente H R fornito d'una la *s* nella sua parte superiore. Questa tromba accomodarsi in maniera che non vi sia che l' mità inferiore del tubo d'aspirazione H V ch immersa nell'acqua.

426. E' facil cosa il vedere che la prima azio questa tromba è l'essere aspirante come quel cui abbiamo parlato di sopra (419). Perchè inalza lo stantuffo M, portando la leva Y X Z

i situazione y n Z, s'inalza la colonna d'aria che i riposa sopra; l'aria che è nel tubo d'aspirazione iviene così più rara dell'aria esterna. Questa ulti- a preme con sbilancio sulla superfizie dell'acqua A , e la porta dopo qualche colpo di stantuffo fino el corpo della tromba. Giunta là, se si abbassa lo antuffo M, la valvola S si chiude, e l'acqua è co- retta d'entrare nel tubo H R sollevando la valvola , la quale subito che cessa la pressione, ricade per proprio peso, e quello dell'acqua onde è caricata. vede dunque che lo stantuffo aspira nell'alzarsi, spinge nell'abbassarsi.

427. Questa tromba è comodissima, perchè essen- il suo corpo fuori dell'acqua vi si possono fare ilmente quegli acconcimi che sono necessarj, e si ò con essa portar l'acqua a qualunque altezza si glia; basta solo dare una lunghezza maggior al o H V, ed aumentar la forza che serve a metter- in azione.

428. Si può mettere nel genere della precedente 425) la tromba da incendj, la quale non solo è l tempo stesso aspirante e premente, ma ha anco- un getto continuo, quantunque non abbia che un lo corpo. Questa tromba è per il totale composta me la tromba aspirante e premente (*fig.* 46), lla quale abbiamo parlato (425), con questa dif- renza che il suo tubo d'aspirazione è molto più rto, e che in vece d'un tubo ascendente solido, ha a tubo di cuojo, al quale si dà una giusta lunghez-

za. Questa tromba (*fig.* 55) è dunque composta d' un corpo di tromba G H, aperto nella parte superiore, e alla di cui parte inferiore vi è unito un tubo d'aspirazione H T. Nel luogo in cui si riunisce questo tubo col corpo della tromba vi è una valvola S destinata a impedire che l'acqua, che una volta è passata nel corpo della tromba, ritorni nel bacino. In questo corpo vi è uno stantuffo N non forato, ma pieno, e che è messo in moto da un fusto di metallo *x* X, e da una leva del secondo genere (47) Y X Z, che ha il suo punto d' appoggio in Z. Vicino la parte inferiore del corpo della tromba da una parte, vi è un foro C che si copre con un' animella *c l* (1) la di cui coda *l* è a molla, ed è attaccata con una piccola vite. Questa animella è destinata a impedire che l'acqua che esce dal corpo della tromba possa ritornarvi quando s'inalza lo stantuffo M. Il corpo della tromba G H è involto per ogni parte da un tubo A B D E, di un diametro di 2, o 3 pollici più grande che quello del corpo della tromba, e l'intervallo che vi è fra l'uno e l'altro è ripieno d'aria. Alla parte inferiore di questo tubo, da un lato è aggiunto un altro piccolo tubo accordato E R,

(1) Chiamiamo *animelle* quelle valvole che lavorano per il loro elaterio, come quelle di cuojo nei soffioni, e nelle trombe, per distinguere le valvole di metallo che sono fatte di un cono troncato solido che sigillano esattamente in un altro cono troncato e incavato (*Trad.*)

a fine R ha una valvola *s* ed una viera a vita de-
nata a ricevere una madrevite, mediante la quale
congiunge al termine di questo tubo il tubo di cuo-
di cui abbiamo parlato, e che fa le veci di tubo
endente. Tutto questo complesso è situato come
vede in P (*fig.* 56) sopra una cassa N O fodera-
di piombo che contiene l'acqua, e chiuso d'alto
basso fra il coperchio L della cassa, e una traver-
Q per la quale passa la parte superiore F (*fig.* 55)
corpo della tromba, che a questo fine è d'un mi-
diametro del rimanente. Il coperchio L (*fig.* 56)
la cassa è egualmente forato nel mezzo per lasciar
sare il tubo d'aspirazione H T (*fig.* 55.)
29. Si vede in conseguenza che se s'inalza lo
ntuffo M conducendo la leva Y X Z nella situa-
ne *y u* Z, la valvola *s* e l'animilla situata in C
rovano serrati contro le loro apparture dalla pres-
ne dell'aria esterna. Questa stessa pressione a-
ndo sulla superficie dell'acqua A A, l'obbliga di
sare nel corpo della tromba sollevando la valvo-
S. Dunque allora la tromba è aspirante. Ma quan-
si abbassa lo stantuffo M la pressione che produ-
chiude la valvola S ed apre l'animella che è po-
in C: dunque allora l'acqua passa non solamen-
nel tubo di cuojo *a b d* (*fig.* 56) alzando la
vola *s* (*fig.* 55), ma ancora nell'intervallo che
trova fra il corpo della tromba, e il tubo che la
te, salendo verso I K, e comprimendovi l'aria
vi è rinchiusa. Subito che si solleva di nuovo lo

stantuffo M, quest'aria non essendo più sottoposta alla pressione che soffriva, si sviluppa per il suo elaterio, agisce sull'acqua che è fra il corpo della tromba e il tubo estetiore, e la spinge nel tubo di cuojo; in maniera che quando si abbassa lo stantuffo, l'acqua è spinta dallo stantuffo medesimo, e quando s'inalza, l'acqua è spinta dall'elaterio dell'aria (905), il che rende continuo il getto, quantunque la tromba non abbia che un solo corpo.

430. La continuità del getto è necessaria negl'incendj, lo che si ottiene mediante questa tromba, ponendo in opera l'elaterio dell'aria nel momento che s'inalza lo stantuffo. E' vero che vi bisogna allora per fare agire la tromba una forza doppia, cioè una forza capace di spingere la colonna d'acqua, ed una forza simile per comprimere l'aria: ma questo non è già un inconveniente, perchè ne' casi d'incendio raramente si manca di uomini, e qualche volta ve ne sono troppi.

431. Per muovere le trombe si pone in uso ogni sorte di agenti, come uomini, cavalli, correnti d'acqua, urti di vento ec. Le piccole macchine di questo genere, come le trombe da pozzi, o da incendj sono ordinariamente messe in moto a forza di braccia. Quando bisogni alzare una quantità considerabile d'acqua si aumenta a proporzione la forza motrice, e perchè eserciti continuamente lo stesso sforzo senza rimanere mai oziosa, si distribuiscono varie trombe; in maniera che quando una parte degli

intuffi s'abbassa l'altra si inalzi. Così è stato fatto la macchina di *Marli*.

432. Tutta l'azione di queste macchine dipende dalla regolarità del moto alternativo delle valvole, e dell'animella. Bisogna dunque che questi pezzi sieno strutti e disposti in modo, che tengano bene l'qua quando sono chiusi, e che s'aprano facilmente ando devono aprirsi.

433. Qualche volta ancora si adopra l'azione dell'ua ridotta in vapore per mettere in azione le trom- e queste si chiamano *trombe a fuoco*: le quali alnon sono che macchine idrauliche idonee ad inalre una gran quantità d'acqua ad una enorme altez-. Ne parleremo fra poco (1067) trattando dell'qua come vapore, e facendo conoscere gli sforzi ormi di cui è capace questo fluido elastico.

Moti delle acque negli acquedotti.

434. Quando si vuol condur dell'acqua da un luogo ad un altro è evidente che vi bisognano de' tubi tanto più lunghi quanto più il luogo da cui l'acqua si parte è più distante da quello al quale deve arrivare. Ne' tubi addizionali, de' quali abbiamo parlato disopra (381 *e seg.*), abbiamo fatto poco conto della resistenza degli attriti, perchè vi è poco sensibile. Ma non è così ne' lunghi tubi. L'attrito dell'acqua contro le loro pareti rallenta considerabilmente la velocità, come lo prova l'esperienza. Supponiamo in principio tubi rettilinei.

435. In queste esperienze si sono adoprati due tubi uno de' quali aveva 16 linee, e l'altro 2 pollici di diametro interno. Si sono dipoi allungati questi tubi da 30 fino a 180 piedi, e l'altezza costante dell'acqua nella conserva al disopra dell'asse di ciascun tubo è stata ora di 1, ora di 2 piedi.

436. Si vedono nella seguente tavola i risultati di tutte queste esperienze.

A.

ltezza conte dell'acqua nella serva al di ra dell'asse del tubo, ressa in di.	*Distanza de' luoghi dove si è ricevuta l' acqua, da' quali è partita, espressa in piedi.*	*Numero de' poll. cub. d' acqua somministrati in un minuto dal tubo di 16. lin. di diametro.*	*Num. de' poll. cub. d' acqua somministrati in 1 minuto dal tubo di 2. pollici di diametro.*
1	30	2778	7680
1	60	1957	5564
1	90	1587	4534
1	120	1351	3944
1	150	1178	3486
1	180	1052	3119
2	30	4066	11219
2	60	2888	8190
2	90	2352	6812
2	120	2011	5885
2	150	1762	5232
2	180	1583	4710

437. Se colla tavola data disopra (367) si cerca) le perdite di due tubi addizionali di 16 linee, e 2 pollici di diametro sotto le stesse altezze di con:va, e senza aver riguardo agli attriti, ma solaente alle aree degli orificj de' tubi, si troverà in 1 nuto che

I. L'altezza della conserva essendo d'un piede, il tubo di 16 linee somministrerà 6292 pollici cubici d'acqua.

II. L'altezza della conserva essendo di 2 piedi, lo stesso tubo darà 8893 pollici cubici d'acqua.

III. L'altezza della conserva essendo d'un piede, e il tubo di due pollici di diametro, darà 14156 pollici cubici d'acqua.

IV. L'altezza della conserva essendo di 2 piedi, lo stesso tubo darà 20008 pollici cubici d'acqua.

Si vede che queste perdite d'acqua sono molto più grandi che le loro corrispondenti nella tavola precedente; e che la perdita di ciascun tubo diminuisce quanto più questo tubo è lungo, perchè allora vi sono più superficie che sfregano.

438. Ma si può ancora osservare che la diminuzione della perdita non è in proporzione coll'allungamento del tubo: questa perdita diminuisce a misura che si allunga il tubo, ma per quantità decrescenti; perchè i primi 30 piedi diminuiscono molto più la perdita, di quello che non lo facciano i secondi 30, e il terzo allungamento di 30 piedi diminuisce ancor meno la perdita, che non fa il secondo, e così di seguito.

439. Risulta da tutto ciò che nella pratica, dove non vi è bisogno d'una sì grande precisione si può prender per regola che; *le perdite fatte in tempi eguali da uno stesso tubo orizzontale, sotto una stessa altezza di conserva, e per diverse distanze dall'orifi-*

zio di uscita all' origine del tubo, sono tra loro pressapoco in ragione inversa delle radici quadrate di queste distanze.

440. Si può osservare dalla tavola precedente che il tubo di 16 linee di diametro perde meno in proporzione di quello di 2 pollici sotto una stessa altezza di conserva, ed una stessa lunghezza. Ciò nasce dall' esservi, relativamente alla quantità d' acqua che questi tubi possono contenere, più superficie sfreganti nel tubo piccolo che nel grande (416).

441. Se lo stesso tubo, invece d' essere rettilineo è curvilineo, diminuisce ancor la perdita, ma d' una piccola quantità, e questa perdita è diminuita ancora un poco più se il piano del tubo curvilineo è in una posizione verticale piuttosto che in una posizione orizzontale. Questa piccola diminuzione è prodotta dall' urto dell' acqua contro gli angoli del tubo che le fa perdere una parte di velocità.

442. Ma se il tubo invece d' essere curvilineo fosse composto di parti rette che facessero degli angoli fra loro, la diminuzione sarebbe maggiore, e tanto più, quanto questi angoli fossero meno aperti, perchè allora l' urto dell' acqua sarebbe meno obliquo, e farebbe così perdere maggior velocità.

443. Quando i tubi sono curvi, e il piano della loro curvatura è verticale *(fig. 57)*; vi sono allora de' pendii e de' contrappendii, ne' quali l' aria può nascondersi e titardare, ed anco arrestare il corso dell' acque. Sia per esempio il tubo A B C D E F G,

la di cui estremità superiore A corrisponda ad una conserva che gli somministri l'acqua, e che l'estremità G vada a somministrar l'acqua ad una fontana. Il tubo non essendo ripieno che d'aria, somministrandogli dell'acqua in A, questa spingendo l'aria avanti se, riempirà la porzione AB, più la porzione BC. L'acqua arrivata alla curvatura B, scorrerà per la parte inferiore di questa curvatura, ed anderà, come lo prova l'esperienza, a riempire il gomito D, lasciando dietro a se la colonna d'aria CD, che non potrà più uscire. L'acqua seguitando a scorrere salirà di D in E, dove arrivata che sia, scorterà ancora per la parte inferiore di questa curvatura per andare a riempire il gomito F, lasciando dietro a sé una seconda colonna d'aria EF, che vi rimarrà malgrado la pressione della colonna AB. Perchè la colonna d'aria CD non può contrabbilanciare la pressione della colonna d'acqua DE, egualmente che la colonna d'aria EF non contrabbilancerà la colonna d'acqua FI. In maniera che quantunque l'acqua sia nel tubo AB molto al disopra del livello G, l'acqua non potrà inalzarsi che verso I, e non potrà sortire. Il solo rimedio è di scacciare le due colonne di aria CD, ed EF, mettendo nella sommità delle curvature due bocche di tubo C ed E, per le quali potrà uscir l'aria, e che si chiuderanno poi con chiavi, quando l'acqua abbia ben preso il suo corso.

Moto oscillatorio dell' acqua in un sifone.

444. Abbiamo provato di sopra (262) che se un corpo pesante o pendulo (*fig.* 29) sospeso mediante un filo CE descrive degli archi di cerchio BAD, o FAG, oscillando intorno ad un punto fisso C; tutte le oscillazioni sono isocrone, o della stessa durata, quantunque gli archi percorsi BAD, o FAG, sieno ineguali. Abbiamo provato ancora (263) che la durata dell' oscillazione di due penduli di disuguali lunghezze, sono fra loro come le radici quadrate di queste lunghezze. Il moto dell' acqua che oscilla in un sifone è dello stesso genere.

445. Supponiamo un sifone (*fig.* 58.) composto di tre branche, due verticali *l n*, *m o*. ed una orizzontale *n o*; che il diametro interno di questo sifone sia eguale in tutta la sua estensione; che in questo sifone il fluido in uno stato di quiete occupi lo spazio *a n o d*, allora le due superficie *a b*, *c d* sono in livello. Supponiamo in seguito che per una causa qualunque il liquore sia forzato di scendere in *g h* nel braccio *m o* del sifone, e per conseguenza d' inalzarsi fino ad *e f* nell' altro braccio *l n*: subito che questa causa cesserà d' agire, il fluido sarà abbandonato unicamente all' azione libera della sua gravità. L'eccesso di lunghezza della colonna *e n* sopra quella del-

la colonna *h o* costringerà il liquore a scendere, ed anche al disotto del livello dell' altro per motivo dell' accelerazione della caduta (216), il che farà salire il liquore nell' altro braccio *m o*; il qual liquore riscenderà, e salirà alternativamente, formando delle oscillazioni simili a quelle d' un pendulo che va e viene, e la durata di ciascheduna di queste oscillazioni sarà precisamente la stessa che quella delle oscillazioni d' un pendulo che avesse per lunghezza la metà della lunghezza *p q r* della colonna del fluido.

446. Poichè le oscillazioni dell' acqua seguono le stesse leggi che quelle de' penduli (263), se si aumenta o diminuisce la lunghezza della colonna d' acqua, la durata delle sue oscillazioni aumenterà, o diminuirà, e seguiterà la ragione suddupla di questa lunghezza.

Moto oscillatorio dell' acqua nelle Ondate.

447. *Newton* ne' suoi principj matematici (*lib. II. propos.* 46) paragona al moto oscillatorio dell' acqua in un sifone il moto d'ondulazione di una massa fluida indefinita, che è stata smossa dalla sua situazione d' equilibrio dall' azione del vento, o in qualunque altra maniera. Sia A B C D E F (*fig.* 56) un'acqua stagnante la di cui superficie salga e scenda con del-

le ondate successive: che A, C, E sieno l'eminenze di queste ondate, e che B, D, F sieno le cavità intermedie che le separano. Siccome il moto delle ondate si fa per l'ascesa e discesa successiva dell'acqua in manierachè le parti che sono le più alte, divengono in seguito le più basse, e così alternativamente e successivamente; e siccome la forza motrice che fa ascendere le parti più basse, e discendere le più alte è il peso dell'acqua che si è inalzata; questa ascesa e discesa alternativa sono analoghe al moto d'oscillazione dell'acqua in un sifone, e rapporto alla loro durata osservano le stesse leggi.

448. Se dunque si ha un pendulo la di cui lunghezza sia eguale alla metà della distanza trasversale, che vi è, per esempio fra l'eminenza A, e la cavità B, cioè eguale alla metà di Ab, le parti più alte diverranno le più basse nella durata d'un'oscillazione di questo pendulo, e nella durata d'un'altra oscillazione ridiventeranno le più alte. Ciascuna di queste ondate percorrerà dunque la sua larghezza nel tempo che il pendulo impiegherà per fare due oscillazioni. E siccome un pendulo, la di cui lunghezza fosse quadrupla di quella del precedente, cioè la di cui lunghezza eguagliasse la larghezza AC dell'ondata, non farebbe che una oscillazione nel mentre che il primo ne farebbe due (263), si deve concludere che le ondate fanno le loro oscillazioni nel tempo istesso che farebbe le sue un pendulo, che avesse per lunghezza delle ondate medesime; si chia-

ma larghezza delle ondate lo spazio trasversale AC che è fra le due maggiori elevazioni, o lo spazio BD, che è fra i loro più grandi abbassamenti.

449. Ne viene da ciò che le ondate che avessero 3 piedi e 8 linee, e 17 trentesimi di larghezza, avanzando, percorrerebbero in un secondo la loro larghezza: e in conseguenza in un minuto percorrerebbero 183 piedi, 6 pollici, e 10 linee: ed in un'ora 11014 piedi e 2 pollici. Se queste ondate avessero una larghezza quadrupla, percorrerebbero questa larghezza in un tempo duplo; dunque quanta maggior larghezza hanno, maggior cammino percorrono in un tempo dato.

450. Tutto succederebbe come abbiamo detto, nell'ipotesi che tutte le parti dell'acqua salissero o scendessero in linee rette; ma questa ascesa e questa discesa si fa piuttosto in linee curve: così non si può determinare che appresso appoco questo spazio percorso in un tempo dato.

Moto delle Ruote mosse dall' urto dell' acqua.

451. Fra le ruote de' mulini alcune hanno la loro circonferenza armata di pale o ali, altre di cassette. Nel primo caso l'acqua agisce principalmente per il suo urto, nel secondo agisce per il suo peso. Parliamo prima delle ruote mosse dall'urto dell'acqua.

452. L' esperienza ha provato che quanto maggior umero di queste pale hanno le ruote, tanto più gi- no velocemente. Alle ruote di 20 piedi di diame- o generalmente si mettono 40 pale. Un maggior umero, come per esempio 48, sarebbe più vantag- oso. Alle ruote de' mulini situate ne' battelli su' umi, ordinariamente vi si mettono 8, o 10 pale. Queste ruote produrrebbero più effetto se ne avesse-) 15, o 16.

453. Quando una ruota a pala gira in una cor- a, l' impulso che riceve dalla parte dell' acqua è ca un terzo della velocità del fluido, più grande ll' impulso che riceve in un fluido indefinito; per- è in questo ultimo l' acqua che è abbondante gira tro la pala e le resiste, in vece che nella corsia n vi è che poca acqua che fugge con velocità an- e maggiore della pala.

454. In fatti l' esperienza prova che quando la cor- a non ha che la larghezza, e la profondità semplí- mente bastanti per il passaggio della pala, e per il oto della ruota, e che il fluido ha la libertà di scap- rsene dopo aver dato il suo urto, l' impulso diretto perpendicolare conto la pala è quasi doppio dell' im- uso che la pala riceverebbe, se fosse immersa alla essa profondità in una corrente indefinita.

455. Quando una ruota da 48 pale si muove in una rsia, e che non è bastantemente immersa nell' ac- ia, la sua circonferenza deve prendere circa i due inti della velocità della corrente, perchè la mac- ina produca il suo più grande effetto.

456. Le pale dirette al centro della ruota sembrano le più vantaggiose, perchè allora sono percosse perpendicolarmente dal fluido, il che produce la più gran percossa. Quando sono inclinate, l'urto è obliquo, ed allora lo sforzo resta diminuito. Pure un certo grado d'inclinazione fa sì che l'acqua scorga lungo la pala, e vi resti per un certo tempo; ed allora agisce per il suo peso, dopo avere agito coll'urto; e può essere che lo sforzo che ne resulta faccia più che compensare la diminuzione dell'urto per l'obliquità sotto la quale è percossa la pala. Generalmente nelle ruote che girano in corsie che hanno un tal qual pendio, le pale devono essere inclinate un poco al raggio; tanto per essere percosse in una direzione che più s'avvicini alla perpendicolare, quanto per ricevere un aumento di forza dal peso dell'acqua. L'inclinazione più vantaggiosa delle pale al raggio sembra essere, secondo l'esperienza, di 20, o 30 gradi.

457. Una ruota situata vicino alla conserva gira con più velocità che se è situata in qualunque altro luogo, perchè allora si mette a profitto tutta la caduta dell'acqua. Ma se non si può ammeno di porre una ruota al fine del canale della corsia ad una certa distanza dalla conserva; bisogna allora inclinare il canale di circa la decima parte della sua lunghezza, perchè il pendìo renda all'acqua la velocità distrutta dall'attrito. Allora la ruota riceve lo stesso impulso che se fosse situata vicino alla conserva.

Moto delle ruote mosse dal peso dell' acqua.

458. L' acqua agindo col suo peso produce un effetto molto maggiore che quando agisce coll' urto, perchè M. *Parent* nel 1704, e M. *Pitot* nel 1725 anno dimostrato che una ruota (supposta senza attrito) mossa da una corrente d' acqua, e destinata a far risalire una porzione di quest' acqua all' altezza quella che la fa muovere, non potrebbe inalzarpiù che i quattro ventisettesimi, o poco più di settimo. Invece che facendo agir l'acqua sulla ota col proprio peso, può fare risalire alla stessa ezza dalla quale discende la metà dell' acqua che cende, o i 2 terzi, o i 3 quarti, o ec.

459. Quando dunque non si avrà che una piccola antità d' acqua, e che bisognerà tenerne conto (il bene spesso succede, perchè vi sono più piccoli scelli che gran fiumi); bisognerà fare agire quest' qua per il suo peso piuttosto che per il suo urto, rciò invece di ruote a pale potranno adoprarsi ruoa cassette in ogni luogo, dove si potrà avere una duta di più di 4 piedi dove non si abbia tutta l' qua necessaria per far girare una ruota a pale.

460. M. *Desparcieux* (*Memor. dell' Acad. delle cienze anno* 1754, *pag.* 603, *e* 671) ha inoltre proto, che più lentamente che girano le ruote a castte, maggiore effetto producono con una eguale rdita d' acqua. Egli ha dunque fatto una piccola ota di 20 pollici di diametro, la di cui circonfe-

renza è armata di 48 cassette. Sull' albero o asse di questa ruota sono situati quattro cilindri di diverse grossezze. Il minore ha 1 pollice di diametro; il secondo 2; il terzo 3; il quarto 4. Questi cilindri sono i diversi rocchetti, a quali s'avvolge un cordone che fa salire un peso mediante una puleggia situata al disopra della macchina. L'albero di questa ruota posa dalle due parti su due rulli mobilissimi, e ciò per diminuire gli attriti. Sul davanti della ruota e un poco più in alto del suo asse vi è una tavoletta, sulla quale si pone un vaso forato dalla parte che guarda la ruota, e che si riempie d'acqua. Al disopra di questo vaso vi si accomoda un gran fiasco pieno d'acqua rovesciato, e il di cui collo è immerso di qualche linea nell'acqua del vaso, affinchè l'acqua del fiasco non possa vuotarsi che a misura che l'acqua del vaso passa per il foro di cui abbiamo parlato. Quest'acqua cade in un canale che la porta nelle cassette della ruota. Così è certo che si adopra ad ogni esperienza sempre la stessa quantità d'acqua.

461. Ecco i risultati delle esperienze fatte da Mr. *Desparcieux*. Egli ha inalzati de' pesi ora di 12, ora di 24 once; il più forte de' quali resistendo più, obbliga la ruota a girare con più lentezza. Egli ha fatto avvolgere i cordoni che portavano il peso successivamente su'diversi cilindri. Il medesimo peso resisteva dunque tanto più, quanto più grande era il cilindro su di cui s'avvolgeva il cordone.

Diametri de' cilindri.	*Elevazione del peso di 12 oncie.*	*Elevazione del peso di 24 oncie.*
1 Pol.	69 pol. 9 lin.	40 pol. 6 lin.
2	80 6	43 6
3	85 6	44 6
4	87 9	45 3

462. Quando un cordone s'avvolge sopra un cilin- più grosso, o che è maggiore il peso che si sol- a, la ruota gira più lentamente. Si vede da que- risultati che lo stesso peso è portato tanto più al- quanto più è grosso il cilindro su cui si avvol- il cordone. Si vede ancora che il peso doppio che rda la rotazione è alzato a più della metà del o semplice. Dunque in questi casi l'effetto è mag- re.

463. Si può dunque stabilire come un principio: *l' acqua da una ſteſſa caduta agiſce per il ſuo pe- molto più vantaggioſamente che per il ſuo urto; e più lentamente girano le ruote a caſſette, mag- re effetto producono a perdite uguali.* Questo mag- re effetto risulta dall' agire che fa più lungo tem- l' istessa porzione d'acqua, quando la ruota gira i più lentezza.

CAPITOLO XI.

Della Meccanica Statica.

464. Dopo aver parlato della proprietà e delle leggi del moto tanto de' corpi solidi che de' fluidi, bisogna ora occuparci ne' mezzi d'impiegare questi ti con qualche utilità. Questi mezzi sono le chine, cioè unioni di una costruzione più o semplice, che trasmettono l'azione d'una po sopra una resistenza, e che la fanno crescere minuire, variando le volocità dell'una o dell'a In una parola sono istrumenti semplici o com destinati a produrre del moto, ed a risparmiare tempo nell'esecuzione dell'effetto, o della forza la causa.

465 La Meccanica è la scienza che ci conduce cognizione di questi mezzi. Nella sua più estes gnificazione essa ha per oggetto le leggi del mot corpi, e si chiama *Meccanica propriamente dett Dinamica*, ed è quella di cui ci siamo sino ed occupati. Quando poi tratta delle leggi dell'e brio, allora si chiama *Meccanica Statica*, ed è la di cui siamo per parlare.

6. Si distinguono due sorte di macchine: le mac-
e semplici, e le macchine composte.

7. Si contano ordinariamente sei macchine sem-
che si chiamano *forze moventi*; e alle quali si
no ridurre tutte le altre macchine, cioè la le-
la puleggia, il verricello, il piano inclinato, il
o, la vite. Si potrebbero queste sei macchine
re a due, cioè la leva ed al piano inclinato,
è la puleggia, ed il verricello si possono consi-
e come una serie di leve, e il cuneo e la vite
sono altro che piani inclinati, come vedremo
oco (548 e 555).

8. Le macchine composte sono quelle che infatti
composte di parecchie macchine semplici combi-
insieme. Queste sono dunque l'insieme d'una
uzione più o meno composta, per il di cui mez-
può far variare il valore d'una potenza, va-
one la velocità.

9. Vi sono in una macchina quattro cose prin-
i da considerarsi, cioè la potenza, la resistenza
nto d'appoggio o il centro del moto, e la ve-
à della potenza e della resistenza.

0. La potenza è una o più forze, che concorro-
i vincere un ostacolo o a sostenerne lo sforzo:
sono gli sforzi degli uomini, de' cavalli, de' pe-
elle molle ec. Siccome la potenza può non esser
re d'un valore costante, bisogna fare in manie-
e nel suo momento il più debole ella sia sempre
iore alla resistenza anche nel momento il più
di questa, senza di che la macchina si fermerebbe.

471. La resistenza è un o più ostacoli che si pongono al moto della macchina. Tale è per es pio un pezzo di marmo che si vuole alzare. La r stenza egualmente che la potenza (470) può non e sempre d'un valore costante, come quando si tr di sostener de' fluidi, di caricare delle mole, di d dere de'corpi ec. Bisogna dunque fare in maniera la resistenza nel suo momento il più forte sia s pre inferiore alla potenza anche nel momento il debole di quest'ultima. Così in una tromba biso supporre tutto pieno il tubo ascendente per avere momento il più forte della resistenza; bisogna dun rendere la potenza superiore ad un peso di quest colonna d'acqua.

472. Il punto d'appoggio o centro di moto è q la parte di una macchina, attorno della quale le tre si muovono. In una bilancia il punto dell'ane dove riposa l'asse delle braccia della bilancia punto d'appoggio. Bisogna sempre che questo pu d'appoggio sia forte bastantemente per sostenere potenza e la resistenza: o per concorrere, in c casi, con una di queste due forze a sostenere lo sf zo dell'altra.

473. Le velocità si misurano dagli spazj che corrono nel tempo stesso la potenza e la resiste (56), o che percorrerebbero se una delle due s rasse l'altra. Siccome in una macchina i tempi s sempre eguali per la potenza e per la resistei questi spazj percorsi o da percorrersi determinano loro velocità relative (61).

474. P

474. Per calcolare gli effetti d'una macchina si onsidera ordinariamente nello stato d' equilibrio, ioè nello stato in cui la potenza che deve superare i resistenza è in equilibrio con questa resistenza. fa bisogna osservare che dopo il calcolo del caso ell' equilibrio non si ha tuttavia che una imperfettissima idea dell' effetto della macchina. Perchè siccome ogni macchina è destinata a muovere, si deve nsiderare nello stato di moto, e non in quello d' uilibrio. Perciò bisogna fare attenzione I. alla mas. (52) della macchina o de' pezzi che la compongo-, i quali la potenza è costretta di sollevare; la al massa si aggiunge alla resistenza da superarsi, per la quale si deve conseguentemente aumentare potenza: II. All' attrito che aumenta prodigiosaente la resistenza (*96. e seg.*). Principalmente queo attrito, e le leggi della resistenza de' solidi, sì verse per i grandi e per i piccoli corpi fanno sì, e non si possa dedurne dall' effetto d' una macchina ccola quello d' una macchina della stessa qualità eguita in grande, perchè le resistenze non sono oporzionate alle dimensioni delle macchine.

Dalle Leva.

475. La leva è la più semplice fra tutte le macchi:: ella è una verga di ferro, di legno, o di qualunque altra materia equivalente, mediante la quale a potenza ajutata da un punto d' appoggio può surare o sostenere una resistenza. Così un muratore

(*fig.* 60.) colla verga di ferro BA, e col punto d'appoggio A solleva la pietra C.

476. Generalmente si riguarda la leva come una linea retta inflessibile e senza peso, che determina le distanze e le posizioni della potenza (470) della resistenza (471), e del punto d'appoggio (472). Se questa linea è curva, la sua curva si riduce sempre alla più corta distanza che vi è tra la potenza, e la resistenza, o fra l'una e l'altra di queste due forze, ed il punto d'appoggio. Se è pesante, come non può fare ammeno di esserlo, il suo peso fa da un lato parte della sua potenza, e dall'altro parte della resistenza, e ciò secondo il rapporto di distanza di queste due forze dal punto d'appoggio.

477. Si distinguono tre sorte di leva. Si chiama *leva del primo genere* quella nella quale il punto d'appoggio C (*fig.* 61.) è fra la potenza A, e la resistenza B. Si chiama *leva del secondo genere* quella nella quale la resistenza B è fra la potenza A, e il punto d'appoggio C (*fig.* 62.) Si chiama poi *leva del terzo genere* quella nella quale la potenza A (*fig.* 73.) è fra la resistenza B e il punto d'appoggio C. Si distinguono le diverse specie di ciascheduno di questi generi da' differenti rapporti della distanza della potenza e della resistenza dal punto d'appoggio. Così nella leva (*fig.* 64.) (*) se il punto d'appoggio è in *a*,

(*) Supposto che la leva *r p* sia divisa egualmente

potenza in *p*, e la resistenza in *r*; si dice que-
a essere una leva del primo genere a braccia egua-
. Se il punto d'appoggio è in *b*, è una leva di cui
braccio della potenza *p* è a quella della resistenza
el rapporto di 2 a 1: e se il punto d'appoggio
c, il braccio della potenza è a quello della re-
enza nel rapporto di 3 a 1, e così degli altri ca-
. Egualmente nella leva di terzo genere (*fig.* 65) (*)
la potenza *p* è applicata in 1, questa è una leva
cui il braccio della potenza *p* è a quello della re-
enza R, come 1 a 3; perchè la lunghezza del
ccio della leva è sempre determinata dalla distan-
del punto d'appoggio C. Ma se la potenza P è
licata in 2; allora è una leva, di cui il braccio
la potenza P è a quello della resistenza R, co-
2 a 3.

78. La distanza di queste forze dal punto d'ap-
gio è quella che determina le loro velocità, e
ste velocità sono sempre nel medesimo rapporto
queste distanze: perchè se il punto d'appoggio
ndo in C (*fig.* 66.), una delle potenze è in B,
altra in A ad una distanza dupla dal punto d'
ggio; quest'ultima A avrà una velocità dupla di
lla della prima B. Perchè se la leva viene a muo-
si, mentre B percorrerà l'arco B *b*, A percorrerà

---

e, che *r b*, sia un terzo, e che *r c* sia un quar-

*) Supposto che le leva C 3 sia divisa in tre par-
guali.

l'arco A *a*: Ma quest'ultimo arco è duplo d tro, perchè gli archi sono sempre nel medesim porto de' loro raggi: dunque ec.

479. Siccome lo sforzo d'un corpo risulta massa moltiplicata per la sua velocità (64), d che abbiamo detto ne segue (478), I. *che un p agisce per una leva produce uno sforzo tanto più de, quanto è più lontano dal punto d'appoggio*; chè ha più velocità;

480. II. *Che due pesi eguali opposti sopra una non istanno in equilibrio che a distanze egua punto d'appoggio.*

481. III. *Che due pesi ineguali producono degli zi eguali, perchè le loro distanze dal punto d'a gio sono in ragione reciproca delle loro masse:* que il guadagno che da una parte si fa della impiegata è sempre accompagnato da una perdit la parte del tempo, e viceversa.

In tutto ciò che abbiamo detto della leva abb sempre supposto che le potenze agiscano in dire perpendicolari, o egualmente oblique al braccio la leva.

482. La posizione la più vantaggiosa d'una p za che agisce per mezzo d'una leva è che la su rezione sia perpendicolare al braccio della lev la quale agisce. Così nella leva (*fig.* 67) se l tenza B agisce nella direzione *b* B, produce i grande effetto di cui sia capace: produrrebbe du un effetto minore se agisse secondo *b* D, o *b* E se, quando una delle due potenze diviene obliq

iccio della leva, l'altra lo diviene egualmente, in niera che le direzioni di queste potenze restino allele, come sono le direzioni ap, e br (*fig.* 68), ora conservano fra loro lo stesso rapporto. Ma se ste direzioni ricevono diversi gradi d'obliquità, lla che più s'allontana dall'angolo retto rende la enza più debole; per esempio se la potenza Q, r. 69) mantenendo la sua direzione perpendicola- l'altra, diventisse obliqua e agisse secondo pc, o , o pe, o pf, diverrebbe più debole, e tanto quanto più s'allontanasse dalla direzione perpen- olare pP.

83. Se si vuol giudicare di questo grado d'inde- imento, non si deve fare altro che prolungare ste direzioni oblique ad, o af (*fig.* 70) con de- linee indefinite ai, o ak, e supporre che il brac- della leva ca si muova sul punto c, e descriva a sua estremità a una porzione di cerchio $agbik$; ará un punto n, o m nella sua lunghezza, sul le la direzione prolungata ai, o ak, cadrà per- licolarmente (*): su questo punto la potenza eser- tutta la sua forza, e non alla estremità del brac- della leva. La sua distanza dal punto d'appog- bc; o mc eguale a bc, o ec è minore; egli è que come se questa potenza invece d'essere ap- ta perpendicolarmente in a, lo fosse perpendico-

---

(*) ai sopra cg, ed ak sopra ch.

larmente in *b* o in *e*. Ma siccome i raggi *c e*, *c b* sono eguali a' raggi *c m*, *c n*, i quali sono i seni degli angoli che formano le direzioni *a d*, ed *a f* col braccio della leva, si può comprendere in una maniera più generale tutto ciò che abbiamo detto, ed enunziarlo con questa proposizione: *I differenti sforzi d' una potenza applicata all' estremità d' un braccio d' una leva secondo le differenti direzioni, sono fra loro come il seno degli angoli, che fanno queste direzioni col braccio della leva.* Il che spiega benissimo perchè lo sforzo della potenza è il più grande che possa essere, quando la sua direzione è perpendicolare alla leva (482); perchè allora ella fa con questo braccio di leva un angolo retto, il di cui seno è il raggio intiero, cioè il braccio intiero della leva.

484. E' indifferente, che la direzione della potenza s' allontani dall' angolo retto o di dentro, o di fuori della leva. Così quand' una potenza agisca secondo una direzione *a* D (*fig.* 71) facendo colla leva *b a* un angolo acuto, o secondo la direzione *a* P facendo colla leva un angolo ottuso, purchè in tutti i due casi ella sia egualmente allontanata dall' angolo retto, la sua forza resterà indebolita egualmente. Poichè due angoli che si allontanano tutti due egalmente dall' angolo retto l' uno in difetto, l' altro in eccesso, hanno lo stesso seno. Due angoli, uno di 45 gradi, e l' altro di 135 hanno lo stesso seno.

485. Generalmente quando in una macchina composta, più leve agiscono insieme, e le direzioni del-

potenze fanno co' respettivi bracci della leva degli goli eguali, o egualmente obliqui; *la potenza è al- resistenza, come il prodotto de' bracci della leva lla resistenza, è al prodotto de' bracci delle leva lla potenza*, in ragione inversa della velocità.

486. Poichè, nel caso d'equilibrio, la potenza è mpre alla resistenza come la distanza della resi- enza dal punto d'appoggio è alla distanza della po- nza dallo stesso punto d'appoggio (481); ne se- ue che la potenza è o più grande, o più piccola, o uale alla resistenza, secondo che la distanza della sistenza dal punto d'appoggio è più grande, o più ccola, o eguale a quella della potenza. Da ciò si eve concludere I., che nella leva del primo genere potenza può essere o maggiore, o minore, o egua- alla resistenza; II. che nella leva del secondo ge- ere la potenza è sempre più piccola della resisten- a; III. che la potenza è sempre più grande nella va del terzo genere; e che questo ultimo genere leva invece d'ajutare la potenza quanto alla for- assoluta, non fa che nuocerle. Nonostante questo rzo genere è quello che la natura più frequente- ente ha impiegato nel corpo umano (vedasi *Borelli, motu animalium*). Per esempio quando solleva- o un peso colla mano, questo peso deve essere nsiderato come fisso ad un braccio della leva il di i punto d'appoggio è nel gomito; e la di cui lun- ezza è per conseguenza eguale alla metà anteriore l braccio. Ma questo stesso peso è sostenuto in esto stato dall'azione de' muscoli, la di cui dire-

zione è molto obliqua a questo braccio di leva, e per conseguenza la distanza dal punto d' appoggio è molto più piccola che quella del peso (483). Così lo sforzo de' muscoli deve essere molto maggiore del peso. Per render ragione di questa struttura, si osserva che più la potenza applicata ad una leva è vicina al punto d' appoggio, meno cammino ella fa, quando ne fa un molto più grande il peso (478). Ma la natura nella struttura del nostro corpo avea bisogno che pochissimo spazio percorresse la potenza, e per questa ragione ella ha resa la direzione de' muscoli pochissimo distante dal punto d' appoggio, ma ha dovuto ancora coll' istessa proporzione farli più forti.

487. Quel che abbiamo detto di sopra (480) pare che sia contradetto da una macchina immaginata da *M. de Roberval*, e che perciò si chiama *Bilancia di Roberval*. Sembra che presenti un paradosso di meccanica relativamente alla proprietà della leva. Ecco in che consiste il paradosso. Si attaccano ad un regolo fesso A B (*fig.* 72) due altri regoli F C, E D, col mezzo di due piccoli perni, intorno a' quali si muovono questi regoli: si attaccano, alle estremità di questi due altri regoli F E, C D egualmente mobili intorno a' punti C, D ec. pe' quali stanno insieme, in maniera che il rettangolo F C D E possa prendere quella figura o situazione che si vuole, come *f c d e*. Nel mezzo del regolo F E egualmente che di quello C D si mettono due altri regoli H G O, I N P, l' uno dirimpetto all' altro, perpendicolari,

:abilmente attaccati ciascheduno al loro regolo.
fatto, in qualunque luogo di questi ultimi rego-
i attacchino i pesi eguali H, I, stanno sempre in
librio, anche nel caso che l'uno de' pesi I fosse
o in P molto più vicino a' punti d'appoggio A e B
non lo è il peso H. Cosa diviene dunque questa
ıla generale (480); per la quale *due pesi eguali*
sti sopra una leva non stanno in equilibrio che
eguali distanze dal punto d' appoggio?

38 E facile render ragione di questa specie di pa-
ɔsso, se si fa attenzione alla maniera colla quale
si H, I agiscono uno sull'altro. Per intenderlo
e si decompongano gli sforzi de' pesi H, I (*fig.*
ciascheduno in due: l'uno de' quali per il peso
sia nella direzione H*f*, e l'altro nella direzione
: ed uno de' quali per il peso I, sia nella direzio-
I C, l'altro nella direzione I D. Lo sforzo I C si
decomporre ancora in due altri sforzi C *n*, e
Q: e lo sforzo I C si può decomporre pure in due
i D *n*, e D O. Dunque il regolo C D è tirato
la direzione C D da una forza eguale a C *n* più
), mentrechè gli sforzi C Q, e D O si distrugge-
scambievolmente. Si troverà ancora che il regolo
è tirato nella direzione *fe* da una forza eguale a
, più *ge*. Dunque poichè B C è eguale a B*f* e che
) è eguale e parallelo a *fe*, i due sforzi, secondo
), ed *fe*, devono farsi equilibrio.

89. Questo è ciò che si chiama *decomposizione del-*
'orze, cosa usitatissima in statica ed in meccanica.
questa decomposizione la direzione ed i valori

delle due forze, per esempio C *n* e C Q, nelle quali si decompone la forza data C I, sono rappresentati da' due lati C *n*, C Q d'un parallelogrammo C I Q, la di cui diagonale C I rappresenta la direzione ed il valore della potenza data.

490. Il punto d'appoggio in una leva può essere riguardato come una terza potenza che fa equilibrio alla forza motrice ed alla resistenza, o che concorre con l'una delle due forze per sostener lo sforzo dell'altra.

491. Nelle leve del primo genere (477) il punto d'appoggio C, che si trova allora situato fra la potenza D, e la resistenza E (*fig.* 74) porta lo sforzo assoluto di queste due forze, quando le direzioni D A, e E B di queste forze sono parallele fra loro, e lo sforzo che si fa allora sul punto d'appoggio C, si fa in una direzione C I parallela alle direzioni di queste forze. Ma se le direzioni I Q (*fig.* 76) della potenza, e K N della resistenza sono inclinate l'una all'altra; il punto d'appoggio L è caricato d'una quantità minore che la somma totale delle due forze e d'una quantità tanto minore quanto questa inclinazione è maggiore: e lo sforzo che si fa allora sul punto d'appoggio L, si fa in una direzione L M, che tende al punto del concorso M delle direzioni delle potenze.

492. Sarebbe lo stesso se le potenze *f e g* (*fig.* 76) stessero in equilibrio fra loro per inegualità di distanza dal punto d'appoggio H; cioè nel caso nel quale loro masse fossero in ragione inversa delle loro

stanze fH, dal punto d' appoggio (481). Il carico
questo punto d'appoggio non sarebbe mai più gran-
della somma reale di queste due forze, o della
mma delle masse opposte; sarebbe eguale a questa
mma se le direzioni delle potenze fossero parallele
loro; ma sarebbe minore di questa somma se
este direzioni ec, eC fossero inclinate l' una all'
tra, e allora lo sforzo sul punto d' appoggio H si
rebbe in una linea HI, che tenderebbe al punto di
ncorso I di queste direzioni. Se in questo caso il
nto d'appoggio non viene ad essere mai carica-
di
che della somma reale delle masse opposte, qual-
nque la minore massa produca uno sforzo tanto
ande quanto la maggiore, ciò dipende solamente
rchè la massa minore ha più velocità; ma la velo-
tà non pesa.

493. Nella leva del secondo e del terzo genere
77) il punto d' appoggio non porta che una parte
llo sforzo dell' una delle due forze; cioè concorre
lla potenza nella leva del secondo genere, e colla
sistenza nella leva del terzo genere per portare lo
orzo dell' altra. Come quando due uomini portano
n peso con un bastone appoggiato sulle loro spalle.
Questi due uomini, che possono essere riguardati u-
o come la potenza, l' altro come il punto d' appog-
o, non portano che una parte del peso; e quello
' due, che è più vicino al peso ne porta una por-
one maggiore, e maggiore nel rapporto di questa
cinanza.

Della Puleggia.

494. La Puleggia, una delle sei macchine riputate semplici (*fig.* 77), è un corpo rotondo, schiacciato, mobile sul proprio asse C, la di cui circonferenza *c* (*fig.* 78) ha una gola per ricevere la corda EBAR, o EOAR, o GHOAR (*fig.* 77), alla quale da una parte si applica la potenza F, o E, o G, e dall'altra parte la resistenza R. La gola *c* (*fig.* 78) non è semicircolare, ma in angolo come si vede nella figura, affinchè la corda venendo in qualche maniera ad essere stretta dall'angolo, non isgusci dalla gola.

495. Comunemente le pulegge si fanno di legno o di metallo, e si fanno girare sul loro asse *a* A. Sarebbe meglio, soprattutto se sono di legno, fissare l'asse alla puleggia, e far girar tutto insieme, nella staffa A D *a*, che sostiene la puleggia. Il moto si farebbe allora sopra minor numero di superficie, e vi sarebbero meno attriti; e se i fori della staffa crescessero, siccome non vi è che la parte inferiore che riceva lo sforzo, il foro si allungherebbe, la puleggia discenderebbe un poco, ma girerebbe egualmente; il che non succede quando la puleggia girando sul suo asse, il foro che riceve il perno, s'ingrandisce e spesso inegualmente in tutti i sensi.

496. La puleggia è una macchina mediante la quale si possono inalzare de' pesi in una maniera o più

moda, o più vantaggiosa. Più comoda rendendo il
oto continuo, e cangiando la direzione del moto,
r mettere in tutta la sua forza la potenza che agi-
:: in maniera che un cavallo che non può agire
non orizzontalmente, può vincere una resistenza
rticale; più vantaggiosa, facendo inalzare un gran
so con una forza mediocre. In fatti mediante una
leggia, I. la potenza può tirare in ogni direzione
nza nulla perdere della sua forza, perchè la corda,
r mezzo della quale agisce, è sempre tangente alla
rconferenza della puleggia e in conseguenza sempre
rpendicolare al raggio C H, o C B o C O (*fig.* 77),
. Siccome le potenze che si applicano agiscono con
nto maggior forza, quanto più la loro distanza dal-
asse è grande, servendosi d' una puleggia che abbia
ù gole (*fig.* 79), o infilando sullo stesso asse più
legge di diverso diametro, quella potenza che agi-
ad una più gran distanza dall' asse *c*, avrà supe-
orità di forza sull'altra. Così se si suppone in I un
:so di sei libbre, bisogneranno in H sei libbre per
stenerlo, perchè i raggi *c d*, e *c* I sono eguali.
la basterebbero tre libbre in K, perchè il raggio *e*
è duplo del raggio *c d*; e due libbre in L perchè
3 è triplo di *c d*.

In tutti questi casi la puleggia fa le veci d'una le-
a del primo genere (477); perchè si può considerar-
a come una unione di leve fisse, il di cui punto d'
ppoggio comune è al centro. Tutte queste leve han-
o braccia eguali nelle pulegge ad una sola gola

(*fig.* 77), ed hanno braccia disuguali nelle puleggie a più gole (*fig.* 79). Tutte queste pulegge sono fisse.

497. Abbiamo detto (496) che mediante una puleggia a più gole (*fig.* 79.) si possono rendere eguali le azioni di due potenze ineguali fra loro; si può ancora mantenere l'equilibrio, ed il rapporto costante fra due potenze, le di cui forze relative cangiano continuamente. Per ciò si può adoprare una puleggia, che in vece di più gole concentriche, non ne abbia che una, ma che prenda la forma d'una spirale, e conseguentemente aumenti appoco appoco di diametro a proporzione che aumenta l'intensità di una delle due forze. Si prenda per esempio una puleggia A (*fig.* 80), la di cui gola sia tagliata in spirale, ed in cui si vede il taglio in *g a b c*, e il piano in *d e*. Si fissi al centro di questa puleggia un tamburo *e*, o E, contenente una molla simile a quella d'un orivolo. Se la forza di questa molla è tale che una potenza qualunque, per esempio un peso, agendo per D E, la tenga in equilibrio, quando si sarà caricata la molla di tre o quattro girate di più, lo stesso peso la terrà ancora in equilibrio agendo per *g* F, se il raggio E F è allungato nella proporzione dell'aumento d'intensità della forza della molla. Quel che si dice di questo punto F si può dire di tutti gli altri. Dal che ne segue che queste due potenze, la molla e il peso manterranno sempre fra loro il medesimo rapporto, quantunque l'intensità d'una di loro

la continuamente variando. Questo è il compen-
che hanno preso nel fabbricar gli orivoli per ren-
e uniforme l'azione delle molle in quelli da ta-
, e in quelli a pendolo, in tutto il tempo dello
luppo delle molle.

98. L'asse C (*fig.* 77) d'una puleggia semplice non
essere giammai caricato da una forza maggiore
quella che è eguale alla somma delle due potenze
d R, e può essere caricato anche d'una quantità
ore. Quando le direzioni B F ed A R delle due
nze sono parallele, cioè quando la corda ab-
cia la metà della circonferenza della puleggia,
se è caricato d'una forza eguale alla somma
e direzioni delle due potenze. Ma se le dire-
ni E O, ed R A delle due potenze sono oblique
loro, l'asse non è caricato che d'una forza minore
a somma delle forze delle due potenze, e in questo
a *la forza di cui è caricato l'asse è alla somma*
e forze delle due potenze, come la porzione A O
area chiusa dalla corda è al diametro A B. E lo
zo si fa allora sull'asse C in una direzione,
passando per C tende al punto del concorso del-
direzioni E O ed R A delle due potenze.

99. E in tutti questi casi la forza F deve essere
ale alla resistenza R, perchè siavi equilibrio.
che ne segue che la puleggia semplice non a-
punto la potenza e non le nuoce. E' soltanto
nea, come abbiamo detto disopra (496), a con-
rare la potenza nella sua direzione la più vantag-

giosa, a cangiare la direzione del moto, e a r
re questo moto continuo.

500. Si può ancora considerare la puleggia una leva del secondo genere (477); ella ne ha tivamente le proprietà, quando la resistenza R è attaccata alla staffa *c f*, e che uno de capi corda che si fa passare allora per disotto la pu è attaccato al punto fisso *a*, mentre l'altro o sostenuto della potenza *d*. Allora la pule mobile, ed è ella stessa inalzata col peso. Ra senta dunque una leva del secondo genere *b e*, cui punto d'appoggio è in *b*, e che è spartito in parti eguali *b c*, *c e* per la direzione *c* P della stenza R. Perciò in questo caso la potenza *d* n bisogno di essere che la metà della resistenza R tenerla in equilibrio. E se il peso è inalzato, l tenza *d* fa un cammino doppio di quello che resistenza R, ed ha in conseguenza una velocità pia. Perchè, supponiamo che il centro *c* della p già sia portato al punto *b*, allora non resta al to della linea *d a* che la porzione della cord passa sotto la puleggia. Le due porzioni *b e d* e le loro equivalenti sono dunque passate pra; ma *b a*, ed *e d* che segnano lo spazio per dalla potenza, sono, prese insieme, duple di *c* zio percorso dalla puleggia; dunque la potenza ha velocità dupla di quella della resistenza. Nel cas sente la corda abbraccia la metà della circonferenza

uleggia, e le direzioni delle due potenze sono paral-
le. Il braccio della leva della potenza è dunque il
iametro *e b* della puleggia, e quello della resisten-
a non è che il raggio *c b*. Perciò per avere equili-
rio *bisogna che la potenza sia alla resistenza, come raggio è al diametro.*

501. Ma se le direzioni delle potenze fossero obli-
ue fra loro; se per esempio uno de' capi della corda
sse attaccato al punto fisso *g*, mentre l'altro fosse
tato o sostenuto dalla potenza P, rappresenterebbe
ncora una leva del secondo genere *m l*; il di cui
nto d'appoggio sarebbe in *m*, e che sarebbe spartita
a due porzioni eguali *m i*, *i l* dalla direzione C I
ella resistenza. Allora *la potenza* P *dovrebbe essere alla resistenza* R, *come il raggio c b alla suttesa l m dell'arco compreso della corda.*

502. Se in vece di tirare di basso in alto si trova
iù comodo di tirare d'alto in basso, s'aggiungerà al
isopra della puleggia mobile *m* (*fig.* 82) una puleg-
ia *n*, che non cangerà il valore della potenza (499).
e la potenza non fosse tanto forte per inalzare il
eso, si aggiungerebbe ancora una seconda puleggia
obile, ed un'altra puleggia fissa (*fig.* 83), ed anche
i più. La potenza acquisterebbe così un grandissimo
alore. Di questa sorte sono le unioni di pulegge,
rte delle quali sono fisse, e parte mobili, e tutte
ssate dalla medesima corda, che si chiamano *Taglie*,
cui è frequente l'uso nella marina. Le pulegge fis-
2 e 4 sono tutte portate da una stessa staffa, e le
legge mobili 1, e 3 da un'altra staffa. La parte in-

feriore della staffa che porta le pulegge fisse, serve di punto fisso per uno de' due capi della corda; ed alla parte inferiore R della staffa che lega le pulegge mobili si attacca il peso,

503. Si può, mediante queste riunioni di pulegge inalzare grandissimi pesi con una piccolissima forza, perchè è dimostrato che *la forza necessaria per sostenere un peso*, mediante una taglia, *è al peso istesso come l' unità è al duplo del numero delle pulegge mobili*, quando le direzioni delle corde sono bene parallele fra loro. Le potenze sono allora, come abbiamo detto di sopra (500), in ragione inversa delle velocità.

504. Dal che ne segue, che dato il numero delle pulegge mobili e la potenza, si trova facilmente il peso che la taglia potrà sostenere, moltiplicando la potenza per il doppio del numero delle pulegge mobili. Per esempio, supponiam che la potenza sia eguale a 60 libbre, e che il numero delle pulegge mobili sia 3; 60 moltiplicato per 6 doppio di 3 è eguale a 360 che è il peso che può sostenere questa taglia.

505. Egualmente dato il numero delle pulegge mobili, come ancora il peso che deve sostenere la taglia, si troverà la potenza necessaria, dividendo il peso per il doppio del numero delle pulegge mobili. Supponiamo che il peso sia di 800 libbre, e che il numero delle pulegge mobili sia 4: 800 divise per 8 doppio di 4, danno il quoziente di 100 libbre, che è la forza necessaria per sostenere con una simile taglia il peso di 800 libbre.

506. Per trovare il numero delle pulegge mobili, he deve avere una taglia per sostenere un peso dato on una data potenza, bisogna dividere il peso per la otenza. La metà del quoziente è il numero cercato. upponiamo per esempio che il peso sia 500 libbre, e potenza 50, bisogna che la taglia abbia 5 pulegge obili, perchè 500 diviso per 50 danno 10 per quoiente, la di cui metà è 5.

507. In tutti questi casi abbiamo supposto (503) che direzioni delle corde sieno parallele fra loro. Se no oblique; allora *la resistenza o il peso da sosteersi è alla potenza, come la somma de' seni degli anoli che le corde tangenti alle pulegge fanno coll' orizonte, è al seno totale*. Bisogna dunque in questo caso che la potenza sia più grande di quel che abbiamo etto. Perciò bisogna fare in maniera che le direzioi delle corde sieno ben parallele fra loro.

508. Per impedire l'attrito delle corde fra loro, il e produrrebbe una gran resistenza, e consumerebbe corda, bisogna adoprare nell' istessa taglia delle legge di diametri sempre più piccoli, il che è un conveniente a motivo della rigidezza delle corde 76). E' meglio dunque situate le pulegge di ciascheina taglia, superiore e inferiore, parallele fra loro mendole in una staffa comune, e facendole traverre da un perno comune, come si vede (*fig.* 84). Ivi tte le pulegge sono di diametri eguali. Queste sordi taglie sono molto in uso, soprattutto su' bastienti; i cordaggi non vi sono esattamente parelleli,

ma questo difetto è così piccolo da non meritare d' esser considerato.

509. Ne' calcoli precedenti (503 *e seg.*) abbiamo fatta astrazione della resistenza degli attriti, e della resistenza che nasce dalla rigidità, e dal peso delle corde (572. *e seg.*), per le quali cose bisogna aumentar la potenza, e renderla più grande che non l' abbiamo supposta. Può anche accadere che aumentando il numero delle pulegge si aumentino talmente queste resistenze che facciano più che compensare l'aumento di forza che risulta dall'aumento del numero delle pulegge.

Delle Ruote.

510 Le ruote, egualmente che le pulegge possono essere considerate come unioni di leve. Ve ne sono di due specie; alcune girano sempre nello stesso luogo sopra un asse fisso nel loro centro, le di cui estremità girano ne' fori che servono d' appoggio, come sono le ruote da orologio, quelle de' mulini, de' girarrosti ec. Queste sorte di ruote ricevono il moto, o lo trasmettono per mezzo di certe parti prominenti che si lasciano o che si aggiungono alla loro circonferenza, e che si chiamano *denti*, *caviglie*, ec. Le ruote dell' altra specie, rotolando sulla loro circonferenza, trasportano il loro centro e l' asse o il pezzo che le traversa in una direzione parallela al piano, o al suolo che percorrono; tali sono le ruote de' ca-

ssi, delle carrozze ec. Queste sorte di ruote hanno anque due moti, uno del loro centro che si avanza linea retta, e l' altro di tutte le loro parti che gino intorno al loro centro.

511. Quando si tratta delle ruote della prima spee, si pone ordinariamente sullo stesso albero o per una gran ruota, ed una più piccola che dicesi counemente *rocchetto*, i di cui denti ingranano ' denti d' un' altra ruota grande. Nelle gran acchine si sostituiscono spesso a' rocchetti delle *nterne*, che non sono altro che cilindri paralleli isposti in giro fra due piani circolari, e queste nterne fanno l' uffizio de'rocchetti. Allora i den- della ruota ingranano co' fusi o cilindri della lan- rna, come farebbero co' denti d' un rocchetto. Il eccanismo nell' uno e nell' altro caso è lo stesso; in nseguenza basta esaminare l' ingranatura delle ruo- e de' rocchetti.

512. Le ruote della prima specie (510), quelle il di i asse gira nel medesimo luogo, devono essere con- lerate come leve del primo genere (477), i bracci lle quali sono i raggi delle ruote, e de'rocchetti, e e hanno il loro punto d' appoggio nell' asse. Sieno nque tre ruote A, B, C, (*fig.* 85.); i loro rocchet- corrispondenti *a*, *b*, *c*. Il rocchetto, o quel che è stesso, il cilindro *a* sostiene un peso P, la ruota che ha lo stesso albero del cilindro *a*, ingrana l rocchetto *b*; la ruota B che ha lo stesso albero l rocchetto *b*, ingrana col rocchetto *c*; la ruota C ha lo stesso albero che il rocchetto *c* è tirata al-

la sua circonferenza dalla potenza Q, e tutto il sistema è in equilibrio. Si vede quì che il peso P agisce per i raggi de' rocchetti, e che la potenza Q agisce per i raggi delle ruote. Supponiamo che i raggi delle ruote sieno quadrupli di quei de' rocchetti; che i primi sieno per es. di 8 pollici, e i secondi di 2 pollici. Siccome bisogna, per avere l' equilibrio, che *la potenza sia alla resistenza, come il prodotto de' bracci della leva della resistenza è al prodotto de' bracci della leva della potenza* (485), cioè in ragione inversa della lunghezza de' bracci della leva; si cercheranno in conseguenza questi prodotti, moltiplicando i raggi delle ruote, e dei rocchetti gli uni per gli altri. Il primo prodotto sarà 512, e il secondo 8, nel qual caso la potenza deve essere al peso come 8 a 512, o come 1 a 64.

513 Dalchè ne segue che in caso d' equilibrio, e sieno quali si vogliano i raggi delle ruote e de' rocchetti, *la potenza è alla resistenza, come il prodotto de' raggi de' rocchetti è al prodotto de' raggi delle ruote.* Si vede da ciò che queste sorte di macchine possono dare una grandissima superiorità alla potenza sulla resistenza relativamente alla forza. Ma questo vantaggio si acquista colla perdita della velocità, quando la macchina passa dalla quiete al moto. Perchè si perde sempre in velocità quel che si acquista in forza, e viceversa.

514 Vi è spesso bisogno, e soprattutto nell' arte dell' oriuolajo, che il numero delle rivoluzioni delle ruote, e de' rocchetti abbiano fra loro un certo rap-

o. Si potrà avere questo rapporto, dando alle ruo. ed a' rocchetti un numero conveniente di denti: esempio se si vuole che una ruota non faccia che sola rivoluzione, mentre che un rocchetto ne fa ttro; bisognerà dare alla ruota quattro volte più ti che al rocchetto. Così supponiamo quattro ruo. A, B, C, D (*fig.* 86), delle quali la prima A inni col rocchetto *b* fisso alla seconda B: questa col chetto *c* fisso alla terza ruota C, e questa terza rocchetto *d* fisso alla quarta ruota D; finalmente sta quarta ruota ingrani coll'ultimo rocchetto *e*; aver il rapporto delle rivoluzioni della prima ruo. A col numero delle rivoluzioni dell' ultimo rocchet. *e*, bisogna moltiplicare il numero de' denti della ta A per il numero de' denti della ruota B, que. prodotto per il numero de' denti della ruota C, e econdo prodotto per il numero de' denti della ruo. D: bisogna in seguito moltiplicare il numero de' ti del rocchetto *b* per il numero de' denti del roc. to *c*, questo primo prodotto per il numero de' den. el rocchetto *d*, e questo secondo prodotto per il nero de' denti del rocchetto *e*; gli ultimi prodotti denti delle ruote, e di quelli de' rocchetti daran. il rapporto che si cercava.

15. Si può dunque stabilire per regola generale, *il numero delle rivoluzioni della prima ruota A al numero delle rivoluzioni dell' ultimo rocchetto come il prodotto de' denti de' rocchetti sta al pro. o de' denti delle ruote*. Si vede da ciò che non è essario il determinare il numero de' denti che cia-

scuna ruota e ciascun rocchetto deve avere particolarmente. Basta che il rapporto del prodotto di tutti i denti de' rocchetti, al prodotto di tutti i denti delle ruote sia quale desideriamo.

516. Mediante le ruote di questa specie si può trasmettere in gran lontananza l'azione d'una potenza, cangiare la direzione del moto, e far variare la velocità nell'una e nell'altra delle due potenze. I. Se invece di applicare il rocchetto D (*fig.* 87) immediatamente sulla ruota H, si fissa questo rocchetto D all'altra estremità dell'asse prolungato quanto sarà il bisogno; in questa maniera l'azione della potenza che agirà mediante il manubrio G potrà trasmettersi ad una certa distanza mediante il rocchetto D fisso all'estremità dell'asse.

II. Se questo rocchetto D ingrana con un'altra ruota E che abbia de' denti paralleli al suo asse, il moto che gli sarà trasmesso cangerà direzione, e diventerà orizzontale di verticale ch'egli era.

517 III. Finalmente, se la ruota E ha quattro volte tanti denti, quanti il rocchetto D: siccome questo rocchetto non può muoversi senza la ruota H, bisogna che l'una e l'altro facciano quattro giri per farne fare uno alla ruota orizzontale E; e reciprocamente, se si fa fare una rivoluzione a questa, se ne faranno fare quattro al rocchetto D, e alla ruota verticale H. se si suppone dunque a ciascuna di queste due gran ruote E ed H, un manubrio G, o F mosso da un uomo che gli faccia fare una rivoluzione in un secondo; la velocità sarà quattro volte tanto grande

ndo si girerà il manubrio F, che se si girasse il
nubrio G. E' vero che allora bisognerebbe che l'
no adoprasse una forza quattro volte maggiore, per-
si perde sempre in forza quel che si guadagna in
ocità; e viceversa si perde sempre in velocità quel
si guadagna in forza. La libertà della scielta è se-
una cosa vantaggiosa.

18. Quanto alle ruote della seconda specie (510)
hanno due sorte di moto, come quelle delle car-
ze, il di cui centro si avanza in linea retta, men-
le altre parti girano sempre intorno di lui, si de-
o riguardare per lo più come una leva del secon-
genere, che si ripete tante volte, quanti punti si
ono immaginare nella circonferenza. Perchè cia-
no di questi punti è l'estremità d' un raggio C M
. 88.) appoggiato da una parte sul terreno M, e
tra cima C caricata dell' asse che porta la carroz-
è nel tempo stesso tirata dalla potenza P che la
duce. In maniera che se il piano fosse perfetta-
te unito e livellato, se la circonferenza delle
te fosse un perfetto cerchio e senza ineguaglianze,
non vi fosse veruno attrito tra l'asse e il mozzo,
e la direzione della potenza si mantenesse sempre
parallela al piano, una piccolissima forza tra-
erebbe una carretta molto grave, perchè la resi-
za che viene dal suo peso riposa intieramente sul
reno per il raggio C M; o per un simile che gli
cede nel momento dopo.

19. Ma di tutte le condizioni che abbiamo suppo-
, il concorso delle quali sarebbe necessario per

produrre questo effetto, appena se ne incontra qualcheduna nell' uso ordinario. Le ruote delle carrette sono rotondate grossolanamente, e armate di grossi chiodi; le strade sono naturalmente ineguali, o lo divengono dal peso de' carriaggi che vi si affondano. Queste ineguaglianze tanto delle ruote che del terreno fanno sì che la ruota s' appoggia per un raggio C Q, o C N obliquo alla direzione C P della potenza, o alla direzione C M della resistenza. Il peso che risiede in C resiste dunque alla potenza, che non può farlo avanzare se non facendolo salire di tanto, quanto il punto Q o N è al disopra del punto M. La potenza allora è obbligata a sostenere una parte del peso del carriaggio, come se fosse sopra un piano inclinato. Daltronde quando le circonferenze ruzzolino sopra superfizie perfettamente unite, rette, e dure, si produce indispensabilmente un attrito considerabile tra l' asse, e il mozzo della ruota.

520. Le prominenze e gli affondamenti che si trovano nelle strade cangiano ancora la direzione della potenza. Un cavallo situato più basso o più alto, per causa della disposizione del terreno, invece di fare il suo sforzo per la linea C P, parallela alla porzione del piano che porta naturalmente le ruote, lo fa molto spesso per C S, o per C R, cioè obliquamente alla direzione C M della resistenza, e in conseguenza con perdita; perchè un carro che si muove facilmente dalla forza d' un sol cavallo sopra un terreno orizzontale, ha bisogno d' essere tirato da più cavalli per fare una strada che salga qualche poco.

521. Generalmente per tirare un peso sopra un terreno ineguale e scabroso, come sono quasi tutte le strade, è più vantaggioso, come lo hanno provato *Pitot*, *Wallis*, e *Deparcieux*, di tirare un poco in alto, come per la linea C R. Bisogna dunque che l'asse delle ruote sia un poco più basso che il petto del cavallo. Ciò fa sì che la direzione della potenza si avvicina tanto più al parallelismo di ciascheduno de' piccoli piani inclinati, che formano l'ineguaglianza del terreno.

523. Ma se non è possibile di superare tutte queste difficoltà, si può in parte prevenirle adoprando grandi ruote piuttostochè piccole. Perchè è cosa certa che le piccole ruote s'arrestano più delle grandi nelle cavità del terreno, come si può vedere (*fig.* 89.), se il raggio *c g* della piccola ruota che punta contro il suolo, quando si vuole farlo uscire da una cavità del terreno è molto più obliquo alla direzione della potenza, che non lo è il raggio C q della gran ruota alla direzione C P. Di più, siccome la circonferenza d'una gran ruota misura, nel ruzzolare, più strada che la circonferenza d'una ruota piccola, ella gira con minor velocità, oppure ella fa un minor numero di rivoluzioni per percorrere uno spazio dato; il che risparmia una parte degli attriti.

Del Verricello.

523. Il verricello, una delle macchine reputate semplici, è un albero o cilindro che gira sul suo asse sostenuto su due punti fissi, mediante il quale con una piccola forza s' inalza un gran peso attaccato ad una corda, che si avvolge sul cilindro, e ciò mediante una specie di tamburo fisso ad una delle estremità del cilindro, e che ha spesso alla sua circonferenza delle caviglie ò piccole leve.

524. Nell' uso ordinario, invece di tamburo non si fa che fissare ad una delle estremità del cilindro A B (*fig.* 90) delle leve incrociate E F, G H, per mezzo delle quali si fa girare il cilindro sul suo asse C D, mentre che la corda che sostiene il peso *a* si avvolge sul cilindro A B. E' facile il vedere che l' effetto del verricello è lo stesso che quello della leva del primo genere. Perchè supponiamo che *h g* rappresenti il braccio della leva, per mezzo della quale agisce la potenza P; se la lunghezza di *h* P, è a quella di *h k* come 3 a 1, una potenza di 100 libbre in P agendo in una direzione perpendicolare a P *h* terrà in equilibrio un peso G di 300 libre (481).

525. Ne segue da ciò che per avere l' equilibrio per mezzo d' un verricello, bisogna che *la potenza* P *sia al peso* G *come il raggio k g del cilindro è al raggio del tamburo*. Così se nello stato d' equilibrio

otenza è minore del peso, e ciò nel rapporto del
o del cilindro a quello del tamburo, anche nel-
ato di moto, la potenza va più veloce che il
, e ciò nel rapporto del raggio del tamburo a
lo del cilindro. Questa regola suppone che la
iza sia sempre perpendicolare al raggio per il
: agisce; perchè la direzione del peso è sempre
ndicolare al raggio del cilindro, poichè la cor-
he lo sostiene è sempre tangente alla sua circon-
za.

6. Ne' grandi sforzi, siccome bisogna che li brac-
lla leva della potenza sieno lunghissimi, e così
si potrebbe arrivare all' estremità dell' uno men-
i tenesse l' estremità dell' altro; e dall' altra par-
on potendosi questi bracci moltiplicare moltissi-
senza indebolire la testata del cilindo, si è pre-
partito di riunire l'estremità di questi raggi con
circonferenza, alla quale si metton delle cavi-
mediante le quali gli uomini agiscono, come si
nella ruota del verricello delle cave di pietre
92), e nella ruota del cavalletto (*fig.*

7. Dopo quel che abbiamo detto è facil cosa il
:e che la principal parte nelle due macchine det-
sopra non è altro che un verricello a tamburo.
de ancora che nell' altro cavalletto (*fig.* 94),
indro D E non è altro che un verricello a leve

8. Nella ruota del verricello delle petriere (*fig.*
e nel cavalletto (*fig.* 93) comunemente gli uo-

mini agiscono pel loro peso. Ma siccome non posso-
no stare sull'estremità del raggio orizzontale, che
sarebbe il meglio; poichè la direzione del loro peso,
che è verticale, vi sarebbe perpendicolare, e il peso
del loro corpo li mantiene più bassi; allora per ave-
re equilibrio bisogna che il *loro peso sia al peso che
sostengono, come il raggio del cilindro è al seno dell'
angolo che la direzione verticale fa col raggio della
ruota, all'estremità della quale agiscono*: nella stes-
sa ragione che lo sforzo d'una potenza che agisca
obliquamente all'estremità d'un braccio della leva
(483).

Dell' Argano.

529. L'argano è un vero verricello; nè differisce
che nella situazione del cilindro, che è verticale,
mentre nel verricello è orizzontale. La maniera col-
la quale una potenza agisce sopra una resistenza me-
diante il verricello (525), è applicabile intieramen-
te all'argano. Ma l'argano è molto più vantaggioso
del verricello. I. perchè la potenza può sempre agire
perpendicolarmente al braccio della leva; II. perchè
vi si può applicare un gran numero d'uomini per
volta.

530. L'argano è dunque una macchina, mediante
la quale si possono superare grandissime resistenze
con potenze molto minori. Per questo s'adopra so-

scelli per levar le ancore, o altri pesi, a' quali no legate le gomene che si avvolgono sul cilindro. adopra ancora ne' porti per condurre i vascelli a ra, quando ve ne è di bisogno, e per far passare una barca alla riva delle masse estremamente pe- nti, come pezzi di marmo, o di pietra.

531. Il metodo ordinario di servirsi dell' argano si di far fare sul cilindro A B (*fig. 95*) due o tre giri a corda C D, che tiene la resistenza verso D, ntre che degli uomini tirano con tutta la loro za la parte C della corda per impedire che non sci: perchè allora l'attrito della parte della cor- avvolta sul cilindro è sì grande, che quantunque peso della resistenza sorpassi di molto la forza de- uomini che tengono la corda, pure non può sor- ntarla, nè fare scorrere la parte della corda av- tata intorno al cilindro. In seguito se si applica- degli uomini alle leve E, F, G, H; e che questi nini facciano girare il cilindro, trasportano la re- enza; e nello stesso tempo quelli che tirano la te C della corda la dividono; in maniera che n vi sono giammai sul cilindro, che quei giri del- fune che vi sono fatti in principio; poichè non può lgersene una parte, senza che vi si avvolga l' al-

532. E' facil cosa di conoscere che l'argano agi- come una leva infinita del primo o del secondo iere a braccia ineguali (477); e che il braccio del- resistenza è più corto che quello della potenza.

Perchè il braccio della leva, pel quale agisce la resistenza è il raggio del cilindro: e il braccio della leva pel quale agisce la potenza è il medesimo raggio prolungato da una delle leve in croce E, F, G, H. Quanto più queste leve son lunge, più la potenza è capace di superare una gran resistenza; ma avrà bisogno d'un maggior tempo, perchè avrà un cammino più lungo da percorrere. Supponiamo *g k* (*fig.* 91) il diametro del cilindro, il di cui centro è in *h*: *hg*, raggio del cilindro, è il braccio della leva pel quale agisce la resistenza G: *h*P, o *hp*, raggio prolungato, è il braccio della leva pel quale agisce la potenza P, o *p*. Se dunque *hg* è a *h*P, come 1 a 10, uno sforzo di 100 libbre in P potrà tenerne in equilibrio uno di 1000 libbre in G.

533. Vi sono comunemente su'vascelli due sorte di argani, cioè uno grande che si chiama *argano doppio*, ed uno piccolo ch'è l'argano ordinario. L'argano doppio è situato sul primo ponte, e s'inalza fino a quattro o cinque piedi al disopra del secondo ponte. E' destinato a produrre i più grandi sforzi, come a levar l'ancore, ec. Il piccolo è posato sul secondo o sul terzo ponte fra l'albero maestro e l'albero di mezzana, e serve per alzar l'albero di gabbia, e le vele maggiori.

534. Quando la gomena alla quale è attaccata la resistenza è troppo grossa per essere avvoltata sull'albero o cilindro dell'argano; come sarebbero le gomene che servono per le ancore d'un grosso vascello, si adopra un

canapo

apo di una grossezza mediocre, al quale si fa fare
: o tre giri sull' albero dell' argano, e di cui si con-
ngono insieme i due capi, affinchè non possa av-
gersene una parte senza che l' altra si svolga. A
sto canapo mediante alcune piccole corde si attac-
la grossa gomena che tira l' ancora.

35 Vi sono nell' uso dell' argano parecchi inconve-
nti che sino ad ora non si sono potuti correggere,
grado tutte le premure che si sono prese, e tutti
otti che se ne sono occupati. se si adopra questo
ipo più sottile, le funicelle che lo uniscono alla
ena, diventano presto inutili; bisogna scioglierle
rimetterle più lontane, il che fa perdere un tem-
he spesso è prezioso. Ma il più grande inconvenien-
i è che il canapo che si avvolge e si divide sull'
ro dell' argano, a ciascun giro che fa, discende di
) il suo diametro, e appoco appoco arriva sino al
ine del cilindro. Per iscansare che il canapo non
:rôci, e che non s' imbrogli bisogna rialzarlo; o-
zione che è tanto più frequente quanto la corda è
grossa, e il cilindro più corto. Or ciascuna volta
si inalza il canapo, bisogna fermare il moto del-
acchina; fermare la gomena, perchè la resistenza
la trasporti; girare l' argano per rallentare la par-
l canapo che è sul cilindro; rialzare il canapo;
rlo, e finalmente levare quel che fermava la go-
, e rimettere in moto l' argano; tutto ciò richie-
an tempo e fatica.

frattanto saputo che a Cherburgo è stato da

qualche tempo costruito un argano al quale non vi è bisogno di rialzare il canapo. Ma non so il meccanismo mediante il quale se ne può far di meno. Avea pregato uno de' miei amici, che vi risiede, di darmene qualche notizia. Gli ho scritto di fresco per rammentargli la promessa. Se ricevo la sua risposta avanti che sia stampato questo articolo, farò qui conoscere questo istrumento; altrimenti ricevendola troppo tardi, ne parlerò in qualche altro luogo, che sarà indicato nella *tavola delle materie* alla parola, *argano*.

Del Cricchetto.

536. Anche il cricchetto è una macchina mediante la quale si può con una piccola forza vincere una gran resistenza. Il cricchetto semplice è composto di una verga di ferro A B (*fig.* 96) dentata da una parte, e mobile in un' armatura in forma di cassa o custodia C E. I denti della verga di ferro A B ingranano con quelli del rocchetto D D, che si fa girare sul suo asse mediante il manubrio M N. I denti del rocchetto sollevano la verga, e fanno per conseguenza salire il peso posto sulla testa A.

537. Considerando lo sforzo che ciascun dente del rocchetto fa in D per sollevare la verga come se fosse un peso da inalzarsi, è evidente (512) che *la potenza* applicata al manubrio *è a questo peso, come il raggio del rocchetto è al braccio* M N *del manubrio*

al che si vede che facendo il raggio del rocchetto colissimo rapporto a quello del manubrio, si può una mediocre forza alzare un peso considera-e.

§ 38. Qualche volta per inalzare un peso più grande l'istessa forza applicata al manubrio sia ggiugne al cchetto una vite perpetua (§59), che si fa girare col nubrio fisso al suo asse, e le di cui spire ingra-no co' denti del rochetto. Supponiamo che nel cric-tto semplice il rocchetto abbia 8 denti. A ciascun o del manubrio la verga di ferro sarà inalzata di denti. Ma se si aggiunge una vite perpetua che ab-due spire, bisognerà, per far fare una rivoluzio-del rocchetto, e per inalzare la verga di 8 denti, girare quattro volte il manubrio. Così verrassi a der quadruplo il cammino percorso dalla potenza, er conseguenza si quadruplicherà la forza. Ma si le che per lo stesso grado di elevazione della resi-nza, bisognerà nel secondo caso quattro volte al-ttanto tempo che nel primo. Questa vite perpetua duce un altro vantaggio che è di potere fermare ve e quando si vuole, senza temere che il peso ri-cenda.

Del Piano inclinato.

139. Il piano inclinato, una delle sei macchine re-ate semplici, è quello che fa un angolo con un

piano orizzontale. Questo angolo può essere infinitamente piccolo, e allora il piano si confonde colla linea orizzontale, oppure può esser retto, e allora questo piano diventa verticale. Fra questi due estremi sono compresi tutti gli altri gradi d'inclinazione.

540. Abbiamo provato disopra (234) che la caduta di un corpo per un piano inclinato è alla durata dalla caduta di questo stesso corpo per la verticale di questo piano, come la lunghezza del piano è alla sua altezza. Dunque un corpo posto sopra un piano inclinato è in parte sostenuto da questo piano; dunque una potenza che agisce per mezzo di un piano inclinato può sostenere ed anco vincere una resistenza più grande di lei. E questa potenza non agisce mai con tanto vantaggio, che quando la sua direzione è parallela al piano inclinato.

541 Sia A C (*fig.*97) un piano inclinato: per sostenere il corpo D su questo piano ed impedire che cada, non è necessario che i pesi *d*, *d* che lo ritengono per le corde D *d* sieno, presi insieme, eguali al peso del corpo D, se questi pesi tirano nella direzione D, *e* parallela al piano inclinato. Ma se questi pesi tirassero nella direzione D F, o D E perderebbero della loro superiorità. Se ne vedrà adesso il perchè.

542. E' evidente che il piano inclinato porta una parte del peso D, poichè pesi minori di lui gl' impediscono che cada. Infatti il corpo *k* (*fig.*98) tende a cadere per la direzione verticale *k b* (202); ma lo impedisce il piano inclinato *a c* che è costretto di segui-

e. Il suo punto d'appoggio è in *d*: si può dunque riguardare il raggio *d k* come una leva, all'estremità della quale agiscono due potenze, l'una il peso del corpo *k*, nella direzione *k h* obliqua al raggio *d k*; e l'altra *k p* perpendicolare a questo raggio. La lunghezza del braccio della leva di quest'ultima potenza è dunque il raggio intiero *d k*, e la lunghezza del braccio della leva, per il quale agisce il peso del corpo *k*, si riduce a *d e*, seno dell'angolo che fa la direzione *h k* col raggio *k d* (483).

543. Ma siccome le potenze devono essere in ragione inversa de' bracci della leva (481), la potenza *k p* deve essere al peso del corpo *k*, come *d e* è a *d k*. Ma *d e* è a *d k*, come *a b*, altezza del piano, è ad *a c*, sua lunghezza, perchè il triangolo *d e k* è simile al triangolo *a b c*, come si può facilmente vedere; vi è dunque lo stesso rapporto fra *d e*, e *d k*, ed *e k* che fra *a b* altezza del piano inclinato, *a c* sua lunghezza, e *b c* sua base; *d e* rappresenta dunque *a b* altezza del piano; e *d k* rappresenta *a c* la sua lunghezza. Del che ne segue che *nel caso in cui la direzione della potenza è parallela alla lunghezza del piano inclinato, la potenza deve essere al peso, come l'altezza del piano è alla sua lunghezza.*

544. Ma se la direzione della potenza è obliqua alla lunghezza del piano, allora sarà in un altro rapporto. Per esempio, *se questa direzione è k m parallela alla base del piano, la potenza deve essere allora al peso, come l'altezza del piano è alla sua base*, cioè *d e* è ad *e k* o a *d o* parallela, ed eguale ad *e*

k; la qual linea *d o* è il seno dell' angolo che fa la direzione *k m* della potenza, col raggio *d k*. Per tutti gli altri gradi di obliquità sarà sempre il seno dell' angolo che farà la direzione della potenza col raggio *d k* quello che determinerà il rapporto.

545. Finalmente per determinare questo rapporto in una maniera più generale si può dire che in tutti i casi *il peso e la potenza devono essere fra loro, come i seni degli angoli che fanno col raggio d k la direzione della potenza, e la linea verticale* (483), la qual linea è la direzione del peso.

546. Poichè il piano inclinato porta una porzione del peso (542), quel che la potenza deve sostenere non è la gravità assoluta di questo peso, ma solamente la gravità respettiva, cioè la porzione del suo peso che non è sostenuta dal piano inclinato. Vedasi disopra (236, *e seg.*) qual rapporto vi è fra questa gravità respettiva, e l' inclinazione del piano.

Del Cuneo.

547. Il cuneo, una delle sei macchine riputate semplici, è un prisma triangolare D A C (*fig. 99*) o, il che è la stessa cosa, un corpo composto di tre piani D C *c d*, D *d a A*, C *c a A*, che terminano due triangoli *d a c*, D A C. I due piani D *d a* A, e C *c a* A che sono i più lunghi, e che si chiamano i suoi lati, formano un angolo alla linea A *a* che si chiama la *pun-*

a, o il *taglio del cuneo*; e il piano D C *c d* che è il più piccolo de' tre, e che determina l'allontanamento de' due altri verso l'alto si chiama la *base*, o la *testa del cuneo*. La linea B A è quel che si chiama *altezza*, o *l'asse del cuneo*.

548. L'azione del cuneo può riportarsi a quella del piano inclinato (539). Infatti egli è evidente che il piano A C *c a* è inclinato al piano A D *d a*.

549. Si adopra il cuneo per fendere, sollevare, o comprimere de' corpi; e per farlo agire si adopra comunemente l'urto d'un corpo duro, e qualche volta la pressione d'un peso. La resistenza che si vuole superare per mezzo del cuneo viene spesso dalla tenacità delle parti, aderenza difficile a valutarsi. La percossa che fa agire il cuneo è ancora quella una forza difficile a paragonarsi con quella d'una pressione. Perciò l'applicazione della teoria del cuneo alla pratica non è suscettibile d'una gran precisione. Per avvicinarci quanto è possibile a questa precisione supponiamo delle potenze, delle quali ci sia nota la forza assoluta, come de' pesi: e vediamo quali sono i rapporti che prendono fra loro la potenza e la resistenza per l'interposizione del cuneo.

550. Supponiamo dunque i due rulli *m*, *a* (*fig.* 1000) attaccati l'uno *m* alla corda *m l e*, e l'altro *n* alla corda *n i d*, ciascuna delle quali porta un peso di dieci libbre *p*, ed *r*, e passa sopra le due puleggie *f* ed *b*: supponiamo ancora che la base *a b* del cuneo sia eguale alla metà della sua altezza *c h*. Vi bisognerà una pressione di cinque libbre per tenere questo cu-

neo in equilibrio colla somma de' due pesi che è eguale a venti libbre: e un poco più di cinque libbre può fare entrare il cuneo di tutta la sua altezza *c b*, astrazione fatta degli attriti. E'evidente dalla costruzione che mentre il cuneo entrerà fra i due rulli di tutta la sua altezza *c c* i due pesi *p*, ed *r* saliranno ciascheduno d'una quantità eguale alla metà di *l i*, la quale è eguale ad *a b* base del cuneo. E siccome bisogna, perchè vi sia equilibrio, che la potenza sia alla resistenza in ragione inversa delle velocità (48), o degli spazj percorsi nel medesimo tempo, è chiaro che *nel caso d'equilibrio la potenza deve essere alla resistenza, come la metà della base del cuneo è alla sua altezza*. Dunque più il cuneo è acuto, più la sua azion divien potente, e più effetto produce per suo mezzo la stessa forza.

551. Se il cuneo tende ad allontanar le parti di un corpo duro, e che hanno molta aderenza fra loro, come per lo più suole accadere, il suo vantaggio va sempre più crescendo a misura che s'interna fra queste parti. Parchè supponiamo che si sieno attaccati insieme molto forte due pezzi di legno *s q*, e *t r* (*fig.* 101) con delle forti funicelle *p*, *n*, *x*, ec. eguali in forza e che rappresentano l'aderenza delle parti di un tronco; se il cuneo si pone fra i due pezzi, agisce in qualche maniera per il braccio *s p*, *t p*, delle due leve angolari *s p q*, *t p r* mentre che gli altri due bracci *p q*, *p r* ritenuti dalle legature s'appoggiano scambievolmente l'uno contro l'altro. Se la forza del cuneo eccede un poco quella della prima legatura *p*, questa le-

a si romperà. La seconda legatura *n*, sebbene sia quanto la prima, sarà rotta più facilmente per one dell'istesso cuneo; perchè allora i bracci leve per i quali agisce sono allungati della por- *p n*, e così degli altri. Ed è per questo indubi- nente che i legni duri e secchi; le pietre, il ve- e in generale tutte le materie, le parti delle sono molto dure, si rompono con molta facili- ubitochè si sono un poco intaccate.

2. Si riportano al cuneo tutti gl' istrumenti a ta- , e a punta, come coltelli, scuri, spade, bulini nfatti questi istrumenti hanno almeno due piani nati l'uno all'altro; qualche volta quattro, e e più che formano fra loro un angolo più o me- cuto. Così i chiodi, gli aghi, gli spilli ec. fan- e veci del cuneo, e devono essere considerati tali.

Della Vite.

3. La vite una delle sei macchine riputate sem- è un cuneo molto allungato; o un cilindro A B 02.) sulla circonferenza del quale s'incava una spirale C F G. Si può rappresentare la sua pro- ne per il moto uniforme d'una linea retta F G 103), che segna la superficie d'un cilindro K H, istesso tempo che un punto F discende con una

velocità uniforme da F in I, e da I in G. E' evidente che alla fine di tre rivoluzioni e un quarto questo punto avrà percorso la linea spirale F L M H K N O P. Il tramezzo C F che rimane fra i giri della gola della vite (*fig.* 202) si chiama *filo della vite*, e la distanza C G che vi è tra un filo e l'altro si chiama *passo della vite*.

554. Si fa ancora il filo e la gola in una cavità cilindrica fatta in un pezzo di legno, o di metallo C D (*fig.* 104) per farne una vite interna che prende ordinariamente il nome di *vite femmina*, o *madrevite*, mentre la vite A B si chiama *vite maschio*, o *maschio della vite*.

555. E' facil cosa il vedere che il filo della vite è un piano inclinato alla base del cilindro A B (*fig.* 101) e che questo piano è tanto più inclinato, quanto più sono piccoli i passi C G. L'altezza di questo piano è il passo della vite, o la distanza da un filo all'altro; la sua base è la circonferenza della vite, e la sua lunghezza è data da questa circonferenza e dall'altezza dal passo; perchè se si svolge un di questi fili *a b*, formerà col suo passo *b c* e la sua base o la circonferenza *a c* della vite un triangolo *a b c* rettangolo in *c*, di cui è facile conoscere il lato *a b*, poichè è facile di conoscere gli altri due egualmente sicchè l'angolo *c*. Quando dunque una vite gira nella sua madrevite, sono due piani inclinati, uno de' quali scorre sull'altro.

556. Si danno diverse forme a' fili delle viti secondo la materia della quale si fanno, o secondo qual

uale devono scorrere, ed a misura degli
devono sostenere. Così alle viti di legno
i fili C, G, F angolari per conservar loro
perchè mediante questa figura hanno una
arga sul cilindro che li porta. Si dà ancora
forma di fili alle *viti a legno*, cioè a quel-
viti di ferro, che sono coni molto allun-
finiscono quasi a punta, e che devono far
i madrevite nel legno dove si vogliono fis-
devono considerare, egualmente i succhielli,
ei che girano, il di cui angolo apre il legno
facilmente, quanto è più acuto. Ma alle
i di metallo (*fig.*105) che servono a' torchi,
monete ec. si fanno i fili quadri *f*, *f*, affin-
no più attrito per l' aumento della superficie
i filo, perchè bene spesso il principale effet-
vite viene dall' attrito. L' attrito impedisce
e ganasce d' una morsa s' aprano, quantun-
portate ad aprirsi dalla reazione del pezzo
ono fra loro.

adoprano principalmente le viti per strin-
mente de' corpi fra loro; qualche volta, per
' pesi, e per far passeggiare avanti o indie-
quantità determinata alcuni pezzi. Perciò
della vite e della madrevite, l' una o l' al-
quali serve di punto d' appoggio. Qualche
vite è mobile, e la madrevite fissa; e qual-
è fissa la vite, e mobil la madrevite; ma
e nell' altro caso l' effetto della vite è lo

558. Quando si vuol fare uso di questa macchina, si appicca uno de' due pezzi, o la vite o la madrevite, alla resistenza da superarsi, e l'altro pezzo serve come di punto d'appoggio al primo. Allora girando si fa muovere la madrevite sulla vite, o la vite nella madrevite secondo la sua lunghezza; e quel corpo che resiste a questo moto cammina avanti o indietro. Per esempio alle morse de' fabbri una delle ganasce è serrata contro l'altra dall'azione d'una vite, la quale scorre nella madrevite fissa nella ganascia contro della quale si serra. Bisogna che la potenza faccia un giro intiero per avanzare la resistenza d'un passo di vite, come chiaramente si vede, cioè d'una quantità eguale alla distanza da un filo all'altro. Se la potenza è applicata immediatamente alla vite, lo spazio che ella percorre, o il suo grado di velocità, è $a'c$ (*fig.* 102), che è la misura della circonferenza della vite (555); e il grado della velocità della resistenza è $c'b$ misura del passo della vite. Ma siccome ordinariamente si fa girare la vite, e soprattutto quelle che sono grosse, con delle leve o qualche cosa d'equivalente; la forza motrice allora fa molto più cammino che se fosse applicata immediatamente alla vite: e non è più $a'c$ che esprima la sua velocità, ma è la circonferenza del cerchio di cui è raggio la leva D E. E siccome, perchè vi sia equilibrio, bisogna che le potenze sieno fra loro in ragione inversa delle loro velocità, si può stabilire in generale che nell'uso della vite, se si fa astrazione degli attriti, *la potenza è alla resistenza*,

o d' equilibrio, come l'altezza del passo è alla circonferenza che descrive la potenza. Dal che ne segue e la resistenza sarà superata da una potenza tanto piccola, quanto più piccolo sarà il passo della vi-, o la potenza agirà con una leva più lunga. Ma quest' ultimo caso farà più cammino; perderà dun-e in tempo quel che guadagnerà in forza, come ninuamente succede.

Della Vite perpetua.

559. La vite perpetua non differisce gran cosa dal-viti delle quali abbiamo parlato (553 *e seg.*) este ultime si muovono in una madrevite, e ces-o di girare quando si son fatte scorrere per tutta ua lunghezza. In vece di che la vite perpetua è cilindro che gira sempre nell'istesso senso, essen-le due estremità A, B (*fig.* 106) posate su due per-solidi, in maniera che la sua azione è continua, che le procura il nome di vite perpetua. I fili ed *b* di questa vite; i quali per lo più sono dri, ingranano co' denti d'una ruota verticale C *b*, porta sul suo asse un tamburo T con una corda la quale s' attacca il peso P che si vuole inalzare. na piccolissima forza applicata al manubrio M E può alzare un grandissimo peso, ma vi bisogna molto mpo come frappoco vedremo.

560. Cerchisi dunque il rapporto del peso P alla po-za Q. Egli è evidente che il peso P è contrabbi-

lanciato immediatamente dalla resistenza che il filo della vite oppone al dente della ruota secondo la direzione hg, perpendicolare al raggio Ch. Questo filo h agisce dunque per il raggio $C\,h$ della ruota, mentre che il peso P agisce per il raggio $C\,d$ del tamburo. Così per avere equilibrio, bisogna che la forza in h sia al peso P, come Cd, raggio del tamburo è a $C\,h$ raggio della ruota (478 *e seg.*),

561 Ma nell'istessa maniera che il filo della vite spinge il dente della ruota secondo la direzione hg, nell'istessa maniera appunto questo filo è rispinto secondo la direzione contraria hi, e coll'istessa forza per la reazione del dente della ruota; che il peso tende a far girare in questo senso. Se questa forza fosse vincitrice, farebbe fare un giro al raggio ME del manubrio, mentre la ruota retrocederebbe d'un dente. Bisogna dunque che la potenza Q, per aver equilibrio, sia alla reazione del dente della ruota come il passo zh della vite è alla circonferenza che descrive il raggio ME, per il quale agisce la potenza Q.

562 Si può dunque esprimere così il rapporto che il peso P deve avere in caso d'equilibrio colla potenza Q. *Il peso è alla potenza, come il prodotto del raggio della ruota, moltiplicato per la circonferenza che descrive il raggio del manubrio, è al prodotto del raggio del tamburo moltiplicato per l'altezza del passo della vite.*

563 Si potrebbe ancora esprimere altrimenti questo rapporto. Abbiamo detto (561) che la potenza Q

un giro al manubrio M E per fare avanzare un
e della ruota. Per far fare un giro intiero a que-
ruota, ed in conseguenza per inalzare il peso P
na quantità eguale alla circonferenza del tamburo,
gnerebbe far fare tanti giti al manubrio, quanti
i denti dalla ruota. E' siccome le potenze de-
o essere in ragione reciproca delle velocità, o de-
spazj percorsi, si può dire : *il peso è alla potenza,*
la somma delle circonferenze descritte dall' estre-
del manubrio è alla circonferenza del tamburo.
4 Ne segue che il moto della ruota essendo ec-
vamente lento in paragone di quello del manu-
, non vi è bisogno che d' una piccolissima po-
a per sollevare un peso considerabile mediante
ite perpetua. Per esempio supponiamo, come nel-
fig. 106), una ruota C *h*, che abbia 19 denti,
na vite che non abbia che un solo filo, e che a
uno giro non faccia passare che un sol dente
ruota; che la circonferenza del tamburo T sia
piede, e che quella che descrive il raggio E M
manubrio sia di cinque piedi. Quando la ruota
avrà fatto un giro intiero, il peso P sarà inal-
d' un piede, e lo spazio percorso dalla potenza
rà di 19 volte 5 piedi, o di 95 piedi. La veloci
l peso P, come 95 a 1. Per conseguenza questa
za con uno sforzo d' una libbra ne sosterrebbe
e se il suo sforzo eguagliasse 30 libbre, ne so-
bbe 2850.

5 Se la ruota C *h* avesse il doppio de' denti che
il raggio E M del manubrio fosse lungo il dop-

pio di quel che è, la stessa potenza Q produrrebbe un effetto doppio, cioè sosterrebbe 5700 libbre di peso.

567 Ma se in vece di cambiare il numero dei denti della ruota C *h*, o la lunghezza del raggio E M del manubrio si mettesse sull' asse della ruota nel luogo del tamburo T un' altra vite perpetua il di cui filo ingranasse co'denti d' una seconda ruota, la quale avesse il medesimo numero di denti che la prima, e fornita d' un tamburo T che sostenesse il peso P, la medesima potenza Q sarebbe capace di sostenere un peso 19 volte tanto grande: cioè questa potenza non essendo maggiore intrinsecamente di 30 libbre potrebbe sostenerne 5415o.

Della Vite d' Archimede.

567 Questa macchina inventata da Archimede è attissima ad inalzare dell' acqua. C D (*fig.*107) è un cilindro che gira su due perni, intorno al quale viè avvolto in spirale un canale scavato C *a d e g f i*. S inclina questo cilindro all' orizzonte sotto un angolo di circa 45 gradi, e si fa immergere nell' acqua l'orifizio C del canale, che nella figura è aperto in tutta la sua lunghezza, e che deve essere chiuso dappertutto, eccettuate le due estremità. Se mediante un manubrio M, o in qualche altra maniera si fa girare la vite; l' acqua scorre nel canale spirale, si porta spira in spira, e va a scaricarsi per l' altra estremità del canale incavato.

568 Questa macchina è molto semplice, e la sua ven-

azione è felicissima: l'acqua vi sale, non discendo come alcuni hanno detto, mà per la stessa forche tende a farla discendere, vale a dire per la gravità. In fatti la particella d' acqua, che è lla parte inferiore della vite, per esempio in *d*, n può rimanere nel punto *d*, quando girando la vi- questo punto *d* passa in *a*, luogo più elevato che a era il punto *d*, avanti che si girasse la vite; chè la gravità di questa particella l' obbliga di tarsi al punto che è succeduto al punto *d* alla te inferiore della vite; il qual punto è più basso non è attualmente il punto *a*, ma nel tempo sso più alto che non era il punto *d* avanti che sare in *a*: in maniera che questa particella d' acqua tendendo sempre a mantenersi nel luogo più bas- si trova a ciascun' istante in punti sempre più al- e vi è realmente portata dalla sua gravità. Quel e si dice di questa particella d' acqua, si può dire tutte le altre. Bisogna dunque che perchè una so- nza possa salire nella vite d' Archimede, sia flui- e pesante. (*)

(*) Si possono far salire anche delle palle di Me- lo, di Avorio, o di Legno, allorchè si faccia gi- e la vite da una macchina, e vi sieno portate suc- sivamente da un canaletto scherzosamente dispo- sopra un piano inclinato, il quale ricevesse le le dalla estremità superiore *i*, e le conducesse all' boccatura inferiore C. Potrebbe il giro perenne di

569 Questa vite è molto approposito per inalzare una gran quantità d' acqua con una piccolissima forza, e perciò può essere utilissima per vuotar de' laghi e degli stagni. Ma non può portar l' acqua ad una grande altezza, perchè questa vite essendo necessariamente inclinata, non può inalzar l'acqua molto in alto, senza diventare troppo lunga, e in conseguenza troppo pesante, e senza correre il rischio di piegarsi, e di perdere il suo equilibrio, il che esigerebbe allora una gran forza per metterla in moto.

Delle Resistenze che provano le Macchine quando sono vicine a muoversi:

570. Se le materie delle quali si compongono le macchine fossero perfettamente dure, e perfettamente pulite, e se le corde che spesso siamo obbligati di adoprare per trasmettere la forza motrice da una parte all' altra della macchina avessero una perfetta flessibilità; la teoria dell' equilibrio che abbiamo stabilita basterebbe per contrabbilanciare una resistenza data; e trovata una volta questa forza, sarebbe certo che aumentandola della più piccola quantità, l'equilibrio si romperebbe, e la resistenza sarebbe superata. Ma nello stato fisico e natura-

---

queste palle far camminare un indice di una mostra di Orologio, se ciascuna in passando cagionasse un piccolo urto ad una ruota.

lelle macchine vi manca molto perchè tutto sia così. Può accadere che si accresca anco di molto questa potenza determinata dalla teoria, senza che per questo risulti alcun moto nella macchina: L'attrito delle superficie l'une contro l'altre; la resistenza che fanno le corde tostochè si tratta di farle piegare intorno alle pulegge, o cilindri che abbracciano, s' oppongono al moto della macchina. Il valore di queste resistenze è difficilissimo a valutarsi. Non si deve dunque ripromettersi una teoria rigorosa su questa materia, che è frammischiata d' un sì gran numero d'accidenti e di difficoltà fisiche, che non si arriverà forse mai a rischiarare completamente.

571 Abbiamo di già parlato a lungo (*96; e seg.*) della resistenza che risulta dagli attriti; e crediamo dovervi rimandare il Lettore. Ci occuperemo adesso intorno la resistenza che viene dalla rigidità delle corde.

Della Rigidità delle Corde.

572 Le corde sono corpi lunghi, e più o meno flessibili, composti di più filamenti di materia o vegetale, o animale, o minerale, applicati gli uni sugli altri, ed uniti insieme col torcerli: si fanno dunque le corde di materia vegetale come la canapa, e la scorza d' albero; quelle di canape sono più comuni e più usitate; e preferibili a quelle di scorza d' albero, le quali sono meno forti. Se ne fanno di materia animale come la seta, le budella, i nervi ec.

Se ne fanno ancora di materie minerali, come il fil di ferro, il fil d'ottone.

573. La difficoltà che presenta la rigidità delle corde, quando si tratta di farle piegare sulle pulegge o cilindri è molto considerabile, e difficile a valutarsi, come l'abbiamo detto di sopra (570). I principj che siamo per istabilire non sono dunque rigorosamente veri, ma sono almeno molto conformi a quel che l'esperienza ci ha insegnato sopra di ciò. M. *Amontons* è il primo che abbia trattata metodicamente questa materia (ved. *le Memor. dell' Accad. R. delle Scienze*: *anno* 1699 *pag.* 217). Riporta l'esperienze che egli ha fatto per assicurarsi delle proporzioni, nelle quali queste resistenze aumentano. Da queste esperienze ne segue che la rigidità delle corde dipende principalmente da tre cose, I. dalla forza che tiene le corde tese; II. dalla grossezza delle corde; III. dal quanto si fanno piegare, o per meglio dire dal diametro delle pulegge o cilindri su' quali si fanno piegare.

574. Supponiamo due corde AC, BD (*fig.* 108) attaccate ciascuna ad un punto fisso A, e B. Si faccia fare a ciascheduna un giro sul cilindro E E. Se non avessero rigidità, e che fossero perfettamente flessibili, il peso solo del cilindro basterebbe per farlo discendere; mentre che per farlo discendere bisogna aggiungerci un peso tanto più considerabile, quanto maggiore è la forza che tende le corde. Per assicurarsene si attacchi al cilindro E E un bacino di bilancia con un cordone avvoltato in senso contrario a quel

nel quale sono avvoltate le corde AC, BD, e si tendano queste corde con pesi posti sul piatto CD. Si vedrà, I. che per far discendere il cilindro, e in conseguenza per superare la rigidità delle corde, bisognerà aggiungere nel bacino G un peso tanto più considerabile, quanto il peso posto sul piatto CD, che tiene tese le corde, sarà maggiore. Se il peso che tende le corde è I. di 100 libbre, II. di 200 libbre, bisognerà nel secondo caso porre nel bacino un peso doppio di quello che vi bisognava nel primo. Dal che ne segue *che la resistenza della rigidezza delle corde, che risulta dalle forze che tendono queste corde, cresce in ragione diretta di queste forze.*

575 Si vedrà, II. che col medesimo cilindro e il medesimo grado di tensione delle corde bisognerà aggiungere nel bacino G un peso tanto più considerabile, quanto maggiore sarà il diametro delle corde. Se questo diametro è di 10 linee, e poi di 20, bisognerà porre nel bacino G nel secondo caso un peso doppio di quello che vi sarà bisognato nel primo. Dal che ne segue che *la resistenza della rigidità delle corde, che risulta dalla lor ogrossezza, cresce solamente come il diametro delle corde, e non come la solidità.*

576 Si vedrà, III. che esperimentando sempre le stesse corde tese dalle medesime forze, e conservando sempre il medesimo diametro al cilindro, sul quale si avvolge il cordone che porta il bacino G, bisognerà aggiungere in questo bacino un peso tanto più

grande, quanto più piccolo sarà il diametro del cilindro sul quale si avvolgono le corde; ma non sempre secondo la proporzione della diminuzione di questo diametro; perchè *la resistenza della rigidità delle corde* (che aumenta certamente a misura che i cilindri sono più piccoli) *non aumenta sempre quanto decrescono i diametri de' cilindri su' quali elleno si avvolgono*.

577 Per render ragione di questi fatti supponiamo la corda *i h f e* L (*fig.* 109) attaccata ad un punto fisso *i*, ed avvoltata sul cilindro *e*. Si possono considerare il diametro *f e* del cilindro, e il diametro *e h* della corda, come se formassero insieme una leva a braccia ineguali, il di cui punto d'appoggio è in *e*, punto dove la corda tocca il cilindro. Il peso del bacino agisce dunque per il braccio della leva *f e*, mentre che il peso attaccato alla estremità L della corda, agisce per il braccio della leva *e h*, o per il diametro della corda. E' facile il vedere che un peso doppio agindo per questo braccio di leva deve produrre un effetto doppio. Da questo risulta il primo principio (575).

578 Supponendo sempre la medesima figura, si vede, perchè a misura che *e h* o il diametro della corda aumenta, la forza del peso L aumenta nella medesima proporzione; perchè questo peso agisce allora per un braccio di leva più lungo, il che gli dà più forza per aumentare la rigidità della corda. Da ciò risulta il secondo principio (575). Si vede che è il diametro della corda, e non la solidità che influisce

su questo effetto; perchè questa resistenza prodotta dal diametro della corda nasce dall' avvicinare o allontanare che questo diametro fa l'azione del peso I, dal punto d'appoggio *e*, e non dal contenere la corda più o meno materia: perchè se ciò fosse, questa resistenza aumenterebbe o diminuirebbe secondo il quadrato delle distanze delle corde.

579 Per render ragione del terzo principio (576), cioè perchè la resistenza della rigidità delle corde aumenti a misura che sono più piccoli i cilindri su' quali s' avvolgono; supponiamo una corda tesa A B C D (*fig.* 120); se si vuol far piegare sul cilindro K, siamo obbligati di far dilatare le parti della metà della sua grossezza A B E F per farle prendere la situazione *a g d e h f*, e di ristringere al contrario le sue parti nell'altra metà della sua grossezza *e h f c i b*: ma questa dilatazione da una parte, e questo ristringimento dall' altra fanno una resistenza reale alla potenza che tende a piegar la corda, e questa resistenza è tanto più grande, I. quanto maggiore è la forza che tende la corda; II. quanto la corda è più grossa, poichè vi sono più parti da dilatare al di fuori, e ristringer al di dentro; III. quanto minore è il diametro del cilindro sul quale si fa piegare la corda, rimanendo questa sempre la stessa; perchè bisogna dilatare più da un lato e ristringer dall' altro la stessa quantità di parti, si ricerca dunque meno forza per far piegar la stessa corda sul cilindro K, che sul cilindro *k*. Ma l'esperienza prova che

questa resistenza non aumenta sempre quanto decrescono i diametri de' cilindri.

580 Da tutto ciò ne segue in generale, che la resistenza che viene dalla rigidità delle corde è in ragione composta della ragione diretta delle forze che tendono le corde, della ragione diretta de' diametri delle corde, e presso appoco della ragione inversa de' diametri de' cilindri.

581 Ne segue che la resistenza che viene dalla rigidità delle corde in una macchina, essendo valutata in peso, come quella che è necessaria per contrabbilanciare questa resistenza, diviene come un nuovo peso che bisogna aggiungere a quello che la macchina deve inalzare; e siccome questo aumento di peso aumenterà ancora la rigidità delle corde, bisognerà di nuovo calcolare questo aumento di resistenza, e aggiungere il peso necessario per contrabbilanciarlo; e così di seguito fino a che questa resistenza, che proviene dall' aumento che si fa ciascuna volta alla potenza sia sì piccola, che non vi si debba por mente. Allora avremo più somme decrescenti che bisognerà aggiungere insieme, e che possono ascendere a molto.

482 Ne segue dal detto fin quì sulla resistenza della rigidità delle corde, che devono preferirsi quanto si può le grandi pulegge alle piccole, non solo perchè avendo meno giri da fare il loro asse prova meno attritti, ma ancora perchè le corde che le avvolgono soffrono minor curvatura (579), e fanno

per conseguenza una minor resistenza. Questa considerazione è di una sì gran conseguenza nella pratica, che valutando la rigidità delle corde secondo la regola di M. *Amontons* (*Mem. come sopra pag.* 225) si vede chiaramente che se si volesse inalzare un peso di 800 libbre con una corda di 20 linee di diametro, e una puleggia che non avesse che tre pollici, bisognerebbe aumentare la potenza di 212 libbre solamente per vincere la rigidità della corda, senza contare più di 224 libbre per vincere l'attrito dell'asse della puleggia; in vece di che con una puleggia di 2 piedi di diametro, 22 libbre basterebbero per vincere la rigidità della corda, e 23 per superare l'attrito.

583. Siccome le corde che si adoprano nelle gran macchine e su' vascelli sono di un prezzo considerabile, e devono sostenere de'grandissimi sforzi, si deve cercare di renderle durevoli e dar loro la maggior forza che si può. Se le fibre che compongono le corde fossero tanto lunghe da per se stesse, ci potremmo contentare di metterle insieme e legarle a fascio sotto una fodera comune. Questa maniera di comporre le corde sarebbe paruta la più semplice e la più propria a conservare la flessibilità, che sarebbe loro sì necessaria; ma siccome queste fibre non hanno che una lunghezza molto limitata, si è trovato il mezzo di prolungarle filandole, cioè torcendole insieme. L'attrito che nasce da questa sorte d'unione è sì forte che si strappano piuttosto che scorrere l'una sull'altra. Così si formano i primi fili, il di cui insieme fa un cordone, e di parecchi di questi cordoni riu-

niti e torti insieme si compongono le più grosse de. Si giudica con facilità che la quantità di ma contribuisca molto alla forza delle corde, parim si vede che un più gran numero di cordoni eg mente grossi deve fare una corda più difficile a r persi; ma quale è la maniera la più vantaggiosa unire insieme i fili ed i cordoni? E' egli più utile torcer molto, o il torcer poco le corde? La tor aumenta ella, o diminuisce la loro forza; M. *Reaumur* (*Mem. dell' accad. delle scienze* 1711 pag ha fatto una lunga serie di esperienze per sciogl la questione: dopo avere provata la forza di più f ha fatte parecchie cordicelle composte di diversa qu tità di queste fila torte insieme. Mai queste co non hanno portato la somma del peso che portav separatamente le fila di cui erano composte. Dal si è conchiuso giustamente, che la tortura dimin sce la forza delle corde.

584. E' facile intenderne la ragione. Torcendo sieme più cordoni per formarne una corda, gli sono inevitabilmente torti più fortemente degli al Quando la corda è applicata a qualche sforzo que è spartito inegualmente fra loro. Quel cordone è il più teso di tutti, si rompe il primo; e se tu sono necessarj per lo sforzo da superarsi, la co rimane allora troppo debole. Questo raziocinio conforme a quel che succede giornalmente. Una g sa corda non si rompe mai tutta ad un tratto; si tono rompersi i cordoni uno dopo l'altro. In fa supponiamo che il cordone A B (*fig.* 111) possa p

e 10 libbre e nulla più. Se con due cordoni per-amente simili si forma, torcendoli, una corda G, i non sosterrà senza rompersi i due pesi E, F, cuno di 10 libbre. L' istessa cosa succederebbe se vece di riunire i due cordoni si attaccassero se-atamente a due punti fissi C, D, e che vi si so-ndesse di poi un peso di 20 libbre H, ma in ma-ra che l' uno C fosse attaccato verso uno de' lati peso, e l' altro D verso la metà o il terzo della lunghezza. Questo ultimo, restando caricato di di 20 libbre, si romperebbe sicuramente, dopo di l' altro trovandosi solo a sostenere il carico del-20 libbre, si romperebbe egualmente. Si può ag-ngere che attortigliando i cordoni per formarne a corda, necessariamente si viene a tenderli un o; e questa tensione tien luogo d' una parte dello rzo che possono sostenere. Si vede dunque perchè ortigliando i cordoni, le corde s' indeboliscono, che ne segue che s' indeboliscono di più, quanto sono torte. In fatti io penso che le corde si do-bbero torcer meno di quel che si fa; elle sarebbe-allora meno rigide, e non si romperebbero sì fa-iente. Acquisterebbono così due qualità preziose; erebbero più, e si piegherebbono con più facilità e pulegge e su' cilindri.

85. Siccome le corde penetrate dall'umidità si gon-o, e necessariamente s' accorciano o poco o molto ndo le forze che vi si oppongono; si potrebbe iegare utilmente per inalzare d'una piccola quan-un corpo pesantissimo, sotto il quale si volesse

introdurre qualche altro corpo. Perciò bisogna attaccare questo corpo pesante mediante una corda fortissima, e di una certa lunghezza ad un punto fisso, e capace di resistere al peso di questo corpo. Si tira la corda più che si potrà; in seguito si bagni. L'umidità penetrandola la gonfierà, ed accorcierà a segno, da sollevare il corpo, qualunque siane il peso.

586. Le particelle umide penetrano i corpi con una grandissima forza di cui non si conosce bene la causa. Si conosce che queste particelle penetrando come tanti piccoli cunei fra le fibre della corda le allontanano, e le fanno gonfiare, lo che amplifica, ed accorcia per conseguenza tutta la corda.

CAPITOLO X.

De' Fluidi Elastici.

7. QUesti fluidi sono quelli che hanno preso orma di aria ammosferica, e che ne hanno le renze. Ve ne sono di due sorte; gli uni sono *anenti*, gli altri *non permanenti*.

8. Prima di spiegare quel che significano queste le, bisogna sapere che *il calorico* (col qual no- i può chiamar la materia del fuoco) è un flui- articolare sparso in tutti i corpi della natura, e vi esiste in due diversi stati, cioè nello stato di tà e nello stato di combinazione. La materia del e nello stato di libertà è quella che si trova fra rticelle de' corpi, che non si può ritenere in un chiuso, che nulla trattiene, e che penetra tutte stanze con somma facilità da una superficie all' . Ella sola è capace d' eccitare un calore sensi- a' nostri organi. Questa stessa materia nello

stato di combinazione è quella che costituisce uno de' principj de' corpi. In questo stato ella non è altro che un calore nascosto, un calore *latente*: in maniera che un corpo che ne contenesse una grandissima quantità non sarebbe a' nostri sensi più caldo di quello che non ne contenesse punto. Questa sostanza si sviluppa spesso nella decomposizione de' corpi; ed allora di calore nascosto diviene calore sensibile prendendo lo stato di libertà, e diviene suscettibile d'agire su' corpi situati nell' ammosfera; e il termometro ne può misurar la forza. Perciò nella decomposizione de' corpi spesso succede che vi si eccita del calore come nella putrefazione. Al contrario in certe combinazioni, nelle quali vi è molta materia di calore assorbita, vi si eccita un raffreddamento, come per esempio quando un corpo passa dallo stato di liquido a quello di vapore; non può mutare stato così senza assorbire una gran quantità di calore libero, che si trova ne' corpi che gli stanno intorno, il che necessariamente gli raffredda.

589. Abbiamo detto che vi sono de' fluidi elastici *permanenti* (587), ed altri *non permanenti*. I primi sono quelli ne' quali la materia del calore è in uno stato di combinazione. Questi conservano il loro stato di fluidi elastici a qualunque temperatura sieno esposti; e perciò si chiamano *permanenti*. Tali sono l'aria ed i gas. I fluidi elastici non permanenti sono quelli, ne' quali una gran quantità della materia del calore è in istato di libertà. Questi non possono conservare il loro stato di fluidi elastici, se non quan-

o sono poco compressi, o che si trovano ad una emperatura più o meno alta secondo la loro natura densità; per lo che si chiamano *non permanenti*. ali sono tutti i vapori: L'etere per esempio diven- a fluido elastico ad una elevazione di 1400. tese al isopra del livello del mare, per la grande diminu- ione della pressione che prova a basso. Ma se è sposto a tutta la pressione dell'ammosfera, gli biso- na fra i 38, e 39 gradi di calore per divenire flui- o elastico. Lo spirito di vino ne esige in un caso imile fra i 67, e i 68; l'acqua 80. Ma questa me- esima acqua diventerebbe fluido elastico a tutte le emperature, sopprimendo dalla sua superficie la pres- ione dell' ammosfera. Ecco perchè pare che bolla nel uoto (1148).

In questo luogo non si farà parola che de' fluidi e- astici permanenti; parleremo degli altri trattando ella natura dell' acqua e de' suoi effetti.

590. I fluidi elastici permanenti sono tutti compres- ibili, elastici, trasparenti, senza colore (eccettuato l *gas muriatico ossigene* (717) ché è d'un giallo ver- astro), invisibili, e incondensabili in liquori dal reddo. Alcuni esistono in natura senza il soccorso ell' arte, quantunque possano prodursi anche me- iante l' arte; altri non sono che il prodotto dell' rte. Alcuni sono solubili nell' acqua, gli altri sono fatto insolubili, in manieraché per procurarseli bi- ognerà fare uso di diversi mezzi, secondo la natu- a del fluido che si desidera ottenere, come diremo a poco.

591. Divideremo questi fluidi in due classi. La prima comprende quelli che sono *vivificanti*, cioè che servono e sono essenziali alla respirazione degli uomini e degli animali, e alla combustione de' corpi come sono *l'aria ammosferica*, *l'aria pura* o *vitale*, chiamata *gas ossigene*.

592. La seconda classe comprende quelli che sono *soffocanti*, cioè che non possono servire alla respirazione degli uomini e degli animali, nè alla combustione de' corpi. Tali sono tutti i gas.

593. Tutti questi gas hanno, come abbiamo detto (587), tutte le apparenze dell'aria: hanno ancora parecchie altre proprietà, come la trasparenza, l'invisibilità, la compressibilità, l'espansibilità, e l'elasticità. Questa è senza dubbio la ragione per la quale *Hales*, *Boyle*, *Priestley*, e parecchi altri fisici hanno dato a questi fluidi il nome d'aria. Ma siccome differiscono molto da quest'ultimo per un gran numero d'altre proprietà, e soprattutto nell'essere assolutamente incapaci di mantenere la vita degli animali, e la combustione de'corpi, si è pensato, e con ragione, che bisognasse non confonderli coll'aria; e per indicarli si è adoprato il nome di *gas*, voce ebrea, che significa l'impurità che si separa da un corpo; il qual nome *Vanhelmont* ed altri chimici anteriori ad *Hales* avevano dato a quei fluidi elastici che a lor tempo si conoscevano: perchè la nozione generale de' *gas* è antichissima ed anteriore a *Paracelso*. I chimici di quei tempi, senza distinguerne le specie, li conoscevano in generale sotto il nome di *spiritus sylvestris*. *Vanhelmont* sostituì il nome di *gas* a quello di

spirito

spiritus e conservò l'epiteto *sylvestris*. *Boyle*, *Hales* ad altri, che lo hanno seguitato, gli hanno dato il nome d'aria. Quantunque questi Fisici avessero osservato diverse proprietà di questi fluidi, pure gli hanno riguardati tutti come se fossero la stessa cosa, ma più o meno viziata da certe materie eterogenee. La distinzione delle differenti specie, e la cognizione di parecchie delle loro proprietà si devono soprattutto a *Priestley*, che ha fatto su questi gas un grandissimo numero di belle esperienze, e con un apparecchio semplicissimo di sua invenzione, ch'egli ha chiamato *Apparecchio pneumato chimico*, e che è stato adottato con ragion da tutti i fisici che hanno lavorato di poi su questa materia. *Priestley* ha data la descrizione di questo apparecchio, le manipolazioni, ed i risultati di queste esperienze in un'opera in 3 volumi, che tradotta dall'Inglese da *M. Gibelin* ha per titolo. *Experiences & Observations sur differentes especes d'air*. Io credo che il lettore avrà piacere di trovare in questo luogo la descrizione di questo apparecchio, egualmente che quella degli stromenti, de' quali si fa uso per raccogliere queste sostanze aeriformi, misurarle, mescolarle, combinarle fra loro, o con altre sostanze; finalmente per fare l'esperienze che conducono a far conoscere le diverse proprietà di questi fluidi. Abbiamo detto di sopra (590) che fra questi fluidi alcuni sono insolubili nell'acqua, ed altri vi si sciolgono. Vi bisognano dunque per estrarli due apparecchi: uno ad acqua per quelli che sono insolu-

bili; l'altro a mercurio per quelli che non possono essere ricevuti sotto acqua.

594. L'apparecchio ad acqua consiste in una tinozza di legno A B C D (*fig.* 112) foderata di piombo, di circa 18 pollici di larghezza, e d'altrettanta profondità, e di 30, o 36 pollici di lunghezza. Ad uno de' suoi piccoli lati A B nel davanti, e distante a circa 15 linee dall'orlo superiore vi è situata tra due canaletti una tavola un poco grossa E F, con due fori rottondi *a*, *b* di 4, o 5 linee di diametro; e scavati per disotto, in forma d'imbuto; e con parecchi altri fori bislunghi, *c*, *d*, de' quali vedremo fra poco l'uso. Questa tinozza è posata su quattro piedi G, H, I, K che si fermano a vite, e che servono a metterla ad una altezza comoda per il fisico che se ne deve servire. Preparato che sia il tutto così, si riempie d'acqua la tinozza in maniera che ve ne sieno 10, o 12 linee al disopra del piano superiore della tavola E F.

595. Disposto il tutto così si è in istato di estrarre i gas dalle sostanze che possono somministrarli. Per ciò fare bisogna avere parecchie campane di vetro (*fig.* 113) più lunghe che larghe, e che abbiano fra i 3, e i 4 pollici di diametro per poterle maneggiare più comodamente, e bisogna che abbiano un'altezza tale da poterle rovesciare, e rivoltare nella tinozza con facilità. Questi sono i vasi ne' quali si riceveranno i gas. Supponiamo che uno voglia procurarsi quello che si sviluppa dall' effervescenza d' un

carbonato alcalino o calcario (*d' un alcali, e d' una terra calcare aerata*) cogli acidi; (1). Si comincia dal riempire d' acqua della stessa tinozza la campana (*fig.* 113); e dopo averla voltata colla bocca all' ingiù, si fa passare sulla tavola EF (*fig.* 112), aven-

(1) Nel decorso di questa traduzione, quando occorrà di rammentar sostanze le quali, si riconoscono con un nuovo nome da' fisici moderni, non lascerò di aggiungervi sempre anche il nome antico, che mi pare che in certo modo faciliterà l'intelligenza, e porterà chiarezza. Mi servirò per adesso de' nomi presi dalla lingua francese e italianizzati alla meglio, giacchè non mi pare che la nomenclatura chimica francese possa bene adattarsi alla nostra lingua, nè che sia veramente propria ed esprimente il carattere delle sostanze. Gas azotico, per esempio, che chiamavasi prima aria flogisticata, non accenna veramente un fluido elastico, che non sia respirabile, ma piuttosto un gas che non ha animalità; e quando anco lo designasse, sono irrespirabili ancora il nitroso, l' infiammabile, l' alcalino ec. L' uso dunque della nomenclatura francese non sarà che provvisionale, perchè nel quinto tomo di questa traduzione si darà una Sinonimia, la quale sarà molto più propria, e che più precisamente accennerà i caratteri distintivi di ciascuna sostanza. Il trattato del Sig. Hopson sul generale *sistema di Chimica* scritto in Inglese, e che ancora non ho potuto avere, è quello che mi servirà di norma in questa nuova nomenclatura, colla quale si potrà emendare la nomenclatura francese, di cui mi sono provvisionalmente servito in questa traduzione. (*Tradut.*)

do attenzione che la bocca non esca dall' acqua, e si posa sopra uno de' fori *c*, o *d*. Questo vaso resta così intieramente pieno d' acqua, la quale vi rimane sospesa per la pressione dell' ammosfera sull' acqua della tinozza. Dopo che si mette del carbonato alcalino o calcaria (*alcali o terra calcare aerata*) in una boccia A (*fig.* 114), nella gola della quale vi si introduce un tubo di vetro ricurvo B C D: da lato di questa boccia vi è un altro piccolo collo, nel quale è introdotto il tubo d' un imbuto E, chiuso con un piccolo tubo di vetro F, che ha un poca di cera tenera nella parte inferiore. Si mette in questo imbuto dell' acido, che deve essere molto indebolito con dell' acqua, affine di scansare un' effervescenza troppo subitanea, e violenta. Si lascia cadere una porzione di quest' acido nella boccia, alzando per un poco il piccolo tubo di vetro F: si lasciano fuggire i primi vapori, per scacciar l' aria che è nella boccia, e quando si crede che sia intieramente uscita, si pone la bocca D del tubo ricurvo sotto il foro *c*, o *d* della tavola E F (*fig.* 112), sul quale è posta la campana (*fig.* 113); e si pone la boccia sopra un sopporto, o sopra una tavola. Allora continuando la dissoluzione e l' effervescenza, il gas che si sviluppa fugge con rapidità per il tubo ricurvo B C D (*fig.* 114), e per la sua respettiva leggerezza traversa l' acqua in forma di bolle, e va nella parte superiore della campana, e in virtù della sua elasticità fa abbassare l' acqua nella campana a misura che vi s' introduce. Per continuare l' operazione si apre di tempo in tempo l' in-

buto E, per far passare del nuovo acido nella boccia, senza lasciarvi entrare aria, e continuasi così l'effervescenza, e lo sviluppo del gas. Si può in questa maniera estrarre la quantità dal gas che si può aver bisogno.

Tutti i gas che si estraggono da diverse sostanze metalliche o d'altro genere, mediante gli acidi, si raccolgono collo stesso metodo.

596. Riguardo i gas, che sono solubilissimi nell'acqua, come i gas acidi e alcalini, e che non sono che l'istessa sostanza che li somministra, combinata colla materia del calore, non possono riceversi nell'acqua come gli altri; perchè si combinerebbero nel momento con lei, e ritornerebbero, mediante questa combinazione coll'acqua, la stessa sostanza, dalla quale si fossero formati. Per questi vi bisogna l'apparecchio a mercurio. Questo apparecchio è costruito co' medesimi principj dell'apparecchio ad acqua, con questa differenza; che a motivo del gran prezzo e del peso eccessivo del mercurio, si fa molto più piccolo. La sua tinozza non deve essere di metallo, nè foderata di metallo, ma di majolica o di porcellana, o di marmo, o di pezzi di legno duro e compatto perfettamente e solidamente riuniti. I vasi ne' quali si mettono le sostanze dalle quali si estraggono i gas sono ordinariamente delle piccole storline di vetro O M (*fig.* 115), alla fine del collo M delle quali si luta un tubo di vetro ricurvo MN. Si fa scaldare la storta sopra un piccolo scaldavivande, o

sulla fiamma d'una candela, e si pone la parte N del tubo sotto la piccola campana ripiena di mercurio, dopo avere lasciata escire tutta l'aria che era nella storta. Con questo piccolo grado di calore la sostanza che si è posta alla prova, prende la forma aerea, e passa così sotto la campana, facendo abbassare il mercurio che la riempie.

597. Se si vogliono estrarre parecchie specie di gas nel tempo stesso, si può far con simili apparecchi. Per questo si costuma di fare alla tavola E F (*fig.* 112) parecchi fori bislunghi *c*, *d*, destinati ad introdurre il capo D del tubo ricurvo della (*fig.* 114), sul quale si pone una campana piena d'acqua, o di mercurio. In questo caso bisogna aver attenzione, per evitare la confusione, di porre a ciascuna campana un cartello che indichi il genere di gas, al quale è destinata.

598. Un gran numero di campane così ripiene di gas, e disposte sulla tavola E F (*fig.* 112) imbarazzerebbe; si può sbarazzarsene nella seguente maniera, e conservare i gas ch'elle contengono. Si mette sotto l'acqua della tinozza un piatto o simil cosa, e quando è immerso vi si fa passare quella campana piena di gas, della quale si vuole sbarazzare la tavola E F, e si toglie così la campana posta ed immersa colla bocca nell'acqua che contiene il piatto ec.

599. Se si vuole far passare un gas da un vaso in un altro, si riempie quest'ultimo del liquore della

tinozza, e si posa sulla tavola E F al disopra d' uno de' fori *a* o *b*, come abbiamo detto che si fa per estrarre i gas *(595)*, dipoi si tuffa nella tinozza il vaso che contiene il gas che si vuol travasare, e s' inclina appoco appoco sotto quel foro della tavola, al disopra del quale si è posto il vaso pieno del liquore della tinozza. Allora il gas sale in bolle, e va a prendere il posto che occupava il liquore, il quale discende, e gli dà luogo. Con un poca di destrezza si rende facilissima questa operazione. Si può coll' istesso metodo mettere del gas in bottiglie per trasportarlo lontano; ma bisogna avere l' attenzione di chiuderle bene avanti di fare uscire la loro bocca dall' acqua della tinozza, della quale se ne lascia una piccolissima quantità; e di tenerle in una situazione quasi verticale colla bocca all' ingiù.

600. Si può ancora colla stessa operazione mescolare insieme diverse specie di gas. Per far ciò si riempie del liquore della tinozza un vaso (*fig.* 116), e si pone sul foro *a*, ovvero *b* della tavola E F (*fig.* 112). Dipoi si riempie col metodo descritto disopra (599), successivamente di diverse specie di gas, che si vogliono mescolare, la piccola misura (*fig.* 117), e si fa passare sotto il vaso nel quale si vuol fare la mistura, inclinandola dolcemente sotto il foro della tavola, sulla quale è posto il vaso. Così la misura di gas passa in questo vaso, e va ad occuparne la parte superiore. Si mettono tante misure quante si vogliono di ciascuna specie, e si fa così la mistura in proporzioni che si conoscono.

601. Con tutti questi metodi che abbiamo descritti si può, come si vede, in una maniera semplice e comoda raccogliere, conservare, travasare, trasportare, mescolare, le diverse specie de' gas.

602. Abbiamo detto di sopra (591): che i gas o fluidi soffoganti compongono la seconda classe de' fluidi elastici.

Noi li dividiamo in tre ordini. Il primo comprende quelli che non sono salini, cioè che non sono nè acidi nè alcalini: il secondo comprende quelli che sono salini, cioè acidi o alcalini: il terzo quelli che sono infiammabili, e che si chiamano *Idrogeni*.

603. *Ordine primo.* I gas non salini sono in numero di tre: cioè *Gas azotico* (aria flogisticata), e che si chiama ancora *mofeta*; il *gas nitroso* (aria nitrosa), *il gas muriatico ossigene* (aria acida marina deflogisticata).

604. *Ordine secondo.* I gas salini sono in numero di cinque, cioè: *gas acido carbonico* (aria fissa); *gas acido muriatico* (aria acida marina); *gas acido sulfuroso* (aria acida vetriolica); *gas acido fluorico* (aria acida spatica); *gas ammoniacale* (aria alcalina).

605. *Ordine terzo.* I gas infiammabili, o idrogeni sono tutti della medesima specie, ma ve ne sono parecchie varietà. Vi è dunque il *gas idrogene puro* (aria infiammabile) le di cui varietà sono il *gas idrogene sulfurato* (aria epatica); *gas idrogene fosforato* (aria fosforica); *gas idrogene carbonato* (aria infiam-

abile del carbone); *gas idrogene carbonico* (aria infiammabile carbonica); *gas idrogene delle paludi* aria infiammabile delle paludi).

(606. *Tavola metodica de' fluidi elastici.*

Fluidi elastici.

- Vivificanti ..... CLASSE I.
  - Aria ammosferica ..... 1.
  - Aria pura o vitale detta gas ossigene ..... 2.
- Soffoganti ..... CLASSE II.
  - Non salini ..... *Ordine* 1.
    - Gas azotico ..... 3.
    - Gas nitroso ..... 4.
    - Gas muriatico ossigene ... 5.
  - Salini ..... *Ordine* 2.
    - Gas acido carbonico ..... 6.
    - Gas acido muriatico ..... 7.
    - Gas acido sulfuroso ..... 8.
    - Gas acido fluorico ..... 9.
    - Gas ammoniacale ..... 10.
  - Infiammabili o idrogeni ... *Ordine* 3.
    - Gas idrogene puro ..... 11.
    - Gas idrogene sulfurato ..... 12.
    - Gas idrogene fosforato ..... 13.
    - Gas idrogene carbonato .... 14.
    - Gas idrogene carbonico .... 15.
    - Gas idrogene delle paludi ... 16.

607 Siccome siamo per servirci di una lingua affatto nuova, sarà bene il prenderne un' idea preliminare, dando un' occhiata alle sinonimie antiche, si che troveranno nell' ultimo tomo di quest' opera.

608. Tutti i fluidi elastici sono composti di una base o semplice, o composta ella pure, combinata colla materia del calore, che per brevità si chiama *calorico*. Questi fluidi non sono contenuti per intiero ne' corpi, e nelle sostanze delle quali si fa uso per estrarli, ma non vi sono contenute che le loro basi, le quali nel tempo che si estraggono si combinano col calorico (*materia del calore*) e prendono così la forma di fluidi elastici.

Basi de' Fluidi elastici.

609. I L' aria ammosferica è composta di due fluidi elastici mescolati semplicemente fra loro; uno de' quali è l' aria pura o vitale, chiamata *gas ossigeno*, l' altro il *gas azotico* chiamato in prima aria flogisticata; nella proporzione di 28 parti del primo e 72 del secondo. Così la sua base è composta dell' *ossigene*, e dell' *azoto*.

610. II. La base dell' aria pura, o gas ossigene è il principio acidifico, senza del quale non vi è acido, e che si chiama per questa ragione *ossigene*, cioè *generatore degli acidi*.

611. III. La base del gas azotico, quando questo gas è solo, è un essere incapace di mantenere la vita degli animali; perciò se gli è dato il nome di azoto, cioè privativo della vita. E' vero che questo nome conviene anco a tutti i fluidi soffocanti; ma siccome questo è il più comune che continuamente ci circonda (e si vedrà in seguito che non ci è inutile (676), si è a lui dato questo nome piuttosto che agli altri.

612. IV. La base del gas nitroso è questo stesso *a-*
ito, combinato con un poco d'ossigene.

613. V. La base del gas muriatico ossigene è l'*aci-*
muriatico caricato d'*ossigene* e di flemma.

614. VI. La base del gas acido carbonico e l'*ossi-*
ne che tiene del *carbo* in dissoluzione, il qual *car-*
è il carbone nel suo stato di purità.

615. VII. La base del gas acido muriatico è l'acido
uriatico privo dell'acqua soprabbondante alla sua
senza.

616. VIII. La base del gas acido sulfuroso è l'*aci-*
sulfurico conosciuto sotto il nome d'acido vetrio-
o, ma che ha perduta una parte del suo *ossigene*,
che è sopraccaricato di *zolfo*, per il quale è dive-
uto sulfuroso, ed è restato privo dell'acqua soprab-
ndante alla sua essenza.

617. IX. La base del gas acido fluorico conosciuto
tto il nome di gas spatico è l'*acido fluorico* privo
ll'acqua soprabbondante alla sua essenza.

618. X. La base del gas ammoniacale è *l'ammonia-*
o alcali volatile caustico privo dell'acqua soprab-
ndante alla sua essenza.

619. Questi ultimi quattro gas sono acidi e alcali
nto concentrati, quanto possono esserlo, poichè so-
privi di tutta la loro acqua soprabbondante.

620. XI. La base del gas idrogene puro è una so-
nza che ancora non si conosce, alla quale si è
to il nome d'*idrogene*, ossia *generatrice dell'ac-*
a.

621. XII. La base del gas idrogene sulfurato, co-

nosciuto sotto il nome di aria epatica, e l'*idrogene* che tiene dello zolfo in dissoluzione.

622. XIII. La base del gas idrogene fosforato è l'*idrogene* che tiene del fosforo in dissoluzione.

623. XIV. La base del gas idrogene carbonato è l'*idrogene* che tiene del *carbo* in dissoluzione.

624. XV. La base del gas idrogene carbonico è l'*idrogene* mescolato in differenti proporzioni colla base del gas acido carbonico; cioè coll'*ossigene* che tiene del *carbo* in dissoluzione.

625. XVI. La base del gas idrogene delle paludi è l'*idrogene* mescolato in differenti proporzioni colla base del *gas azotico*, vale a dire coll'*azoto*.

Composizione degli Acidi ec.

626. Tutti gli acidi sono composti da una base combinata coll'ossigene il tutto sciolto nell'acqua.

627. L'acido carbonico è composto d'*ossigene* combinato col *carbo*, e coll'acqua.

628. L'acido sulfurico è composto d'*ossigene* combinato col *carbo*, e coll'acqua.

628. L'acido sulfurico è composto d'*ossigene* combinato col *zolfo*, e coll'acqua.

629. L'acido sulforoso è lo stesso che l'acido sulfurico, ma contiene minor quantità d'*ossigene*, o più *zolfo*.

630. L'acido fluorico è composto d'*ossigene* combinato con una base che non si è fino ad ora conosciuta, e d'acqua.

631. L'acido muriatico è composto d'*ossigene* combinato con una base ancora incógnita, e coll'acqua.

631. Non si possono conoscere queste basi, perchè n si possono separare dall' ossigene senza fissarle un' altra sostanza.

633. L' acido muriatico ossigene è acido muriatico praccaricato d' *ossigene*, e che pare che abbia così :duta la maggior parte della sua acidità.

634. L' acido nitroso è composto d' *ossigene* combito fino a saturazione colla base del gas nitroso, la al base è composta di *azoto* già combinato con un co d' *ossigene*, e coll' acqua.

635. L' acido nitroso è lo stesso che l' acido nitri-, ma contiene meno *ossigene*, o più *azoto*.

636. L' acido nitro-muriatico chiamato *acqua regia* composto dell' *acido nitroso*, e dell' *acido muriati-*. Nè l' uno nè l' altro di questi due acidi può dioglier l' oro: ma col mescolarli insieme si forma nuovo composto che è il dissolvente dell' oro. L' ido muriatico, la di cui base ha una grandissima inità coll' ossigene si combina dunque con quello ll'acido nitrico, e diviene l'acido muriatico sopracricato d' ossigene idoneo a disciogliere l'oro, la pla-a ec.

637. L' acido fosforico è composto d' *ossigene* comnato con del *fosforo*, e dell' acqua.

638. L' acido fosforoso è lo stesso che l' acido fo-rico, ma contiene meno *ossigene*, e più *fosforo*.

639. L' ammoniaco è composto d' una parte d' *idro-ne*, di 6 parti d' *azoto*, e d' acqua.

640. L' acqua è composta di 85 parti d' *ossigene* e 14 parti d' *idrogene*, misurando il peso.

641. La cognizione delle parti costituenti di tutti questi liquori ci porrà in istato di meglio intendere quel che succede nella loro combinazione con altre sostanze.

Passiamo intanto all' esame della natura e delle proprietà de' fluidi elastici.

CLASSE I.

Fluidi elastici vivificanti.

642. Questi fluidi sono quelli, che non solo servono, ma sono necessarj ed essenziali alla respirazione degli uomini, degli animali, e alla combustione de' corpi. Tali sono l'aria ammosferica: l'aria pura o vitale, o gas ossigene.

I. *Aria Ammosferica.*

643. L' aria dell' ammosfera è stata per lungo tempo riguardata come un *elemento*, come un essere di cui parti simili fra loro erano semplici, ed indecomponibili. Al giorno d' oggi abbiamo delle prove sicure che l' aria ammosferica è un composto almeno di due fluidi elastici diversissimi (609), cioè, dell' aria pura o vitale, fluido assolutamente essenziale alla respirazione degli animali, e alla combustione de' corpi; e d' un altro fluido che chiamasi *gas azotico*, nel quale i corpi accesi che vi s' immergono si estinguono nell' istante, e gli animali prontamente vi restano soffogati. Il primo di questi fluidi è distrutto

assorbito dalla combustione d'un corpo qualunque: secondo resiste a questa prova, come lo dimostra esperienza che segue.

644. *Esperienza*. Sulla tavola EF (*fig.* 112.) dell'pparecchio pneumato-chimico si ponga una campana di vetro (*fig.* 113) piena d'aria ammosferica che opra una candeletta accesa posta sopra un pezzetto legno galleggiante. Nel primo istante una piccola te dell'aria rarefatta dal calore escirà di sotto la mpana, in seguito l'attività della fiamma anderà mpre diminuendo, fino a che la candela si spenga, l qual tempo l'acqua della tinozza salirà nella mpana.

645. Quando il tutto sarà raffreddato, e tornato a temperatura di prima troverete circa il quarto del. acità della campana ripiena d'acqua. Quest'acqua preso il luogo che occupava il fluido assorbito, e el che vi è rimasto non è che un fluido capace di fogar gli animali, e di spegnere i corpi accesi. Inti nell'aria in buona costituzione vi sono in 100 rti di volume, 28 d'aria vitale, e 72 di gas azoti-. Il fluido che rimane sotto la campana non è pugas azotico; in questo caso si trova mescolato con altro fluido elastico, del quale parleremo trappo- (735), che è il gas acido carbonico, che è sempre odotto da tutti i corpi che ardono. Ma siccome que- gas è solubile nell'acqua, e il gas azotico non è, è facile di procurarsi quest'ultimo puro, agimdolo fortemente in questo liquore. Si può con più curezza assorbire il gas acido carbonico coll'acqua calce come diremo trappoco (753).

646. L'aria ammosferica non è dunque un essere tutte le parti del quale sieno omogenee: poichè l'una ne sono assorbite dalla combustione d'un corpo, l'altre non lo sono. Non vi è dunque nell'aria ammosferica che un quarto incirca che sia idoneo alla respirazione, e alla combustione, mentre i tre altri quarti non lo sono.

Esaminiamo frattanto separatamente i due fluidi che compongono l'aria ammosferica.

II. *Aria pura o vitale, chiamata*, gas ossigene.

647. L'aria pura o vitale è composta d'una base chiamata *ossigene*, combinata con una gran quantità della materia del calore, o *calorico* (610). Questa base è stata chiamata ossigene, vale a dire *generatrice degli acidi*, perchè è il vero principio acidificante senza del quale non si dà acido.

Questo è quel fluido che *Priestley*, e tanti altri dopo di lui hanno sì male approposito chiamato *aria flogisticata*.

648. Si può estrarne mediante il calore da parecchie sostanze; ma soprattutto dall'osside nativo di Manganese (*calce nativa di Manganese*) e dagli ossidi metallici (*calci metalliche*) che si possono rivivificare senza aggiunta di materia infiammabile, come gli ossidi mercuriali. Il precipitato *per se*, che è un osside di mercurio, e il precipitato rosso, o mercurio calcinato coll'acido nitri-

ne

danno una gran quantità, come si può vedere dall' erienza che segue.

649. *Esperienza*. In un piccolo matraccio AB (*fig.*), al collo del quale adatterete un tubo ricurvo D, mettete un' oncia di osside di mercurio rosso to al fuoco: fatelo riscaldare sopra un fornello R; lopo che tutta l' aria ammosferica che riempiva il traccio ne sarà uscita, ponete l'estremità D del o ricurvo sotto una campana (*fig.* 113) ripiena del uore della tinozza, e posata sulla tavola E F al di- ra del foro bislungo *c*, o *d*,

650. A misura che il mercurio si rivivificherà, e nerà fluido, si vedrà svilupparsi e passare nella cam- a un fluido compressibile, elastico, trasparente, nza colore ed invisibile, che è l' aria la più pura a più respirabile che si possa avere, in una paro- l' aria pura o vitale chiamata gas ossigene.

651. Si otterrà ancora col medesimo metodo dall' ide nativo di Manganese, o del minio che è un ide di piombo bagnato coll' acido nitrico. In que- ultimo caso l' acido è quello che somministra la gran parte dell' ossigene.

652. Per bene intendere questi effetti bisogna sape- che questo fluido non è intieramente contenuto in esto corpo. Non vi è che la base, che è l' ossige- . Perchè i metalli non si calcinano, e non si bru- no che combinandosi coll' ossigene, che vi divie- solido, ed aumenta il loro peso. Quest' ossigene n seguito scacciato dal calore, il quale combinan-

dosi con lui, lo fa passare allo stato di fluido stico, ed ecco l'aria pura. In questo tempo il tallo perdendo l'ossigene che l'aveva ridotto stato di osside (*di calce*), riprende il suo sp metallico, e perde il peso che aveva acquistat ventando osside.

653. Tutte le combustioni non sono dunqu una combinazione dell'ossigene col corpo com bile; non è dunque il corpo combustibile che compone, ma bensì l'aria pura. Così si potrebb re che in tutte le combustioni non vi é che pura che sia bruciata.

654. L'aria pura si sviluppa ancora dalle foglie di delle piante esposte al sole con dell'acqua, e da'fiori e dalle radici, come ha provato *Inghen-H* In questa operazione le foglie de' vegetabili de pongono l'acqua (817), assorbendone l'idro una delle sue parti costituenti, e lasciandone s pare nello stato d'aria pura l'ossigene, altra costituente di questo liquore. La luce contrib senza dubbio a questa decomposizione, poichè n più luogo senza il suo contatto come lo ha pro ancora *Inghen-Houze*.

655. Spesso l'aria pura che si ottiene da div ostanze è mescolata con un poco di gas azotico: vi è che quella che si trae dall'osside di mercurio so fatto al fuoco, o precipitato *per se*, dall'o nativo di Manganese, e dalle piante verdi, che pura.

656. L' aria pura è un poco più pesante che l' aria mmosferica: la sua gravità specifica è a quella dell' a, come 108,8, mezzo a 100: e a quella dell' ac- a distillata, come 13,3929 è a 10000.0000; in ma- era che un pollice cub. di questo fluido pesa un zzo grano, ossia 0, 5000 di grano; e il piede cu- o un' oncia, e 4 dramme, mentre che la gravità ecifica dell' aria ammosferica paragonata a quella l' acqua è come 12,323 a 10000,0000. Il pollice . di quest' aria non pesa che 0, 4601 di grano; l piede cubico 1 oncia 3 dramme, e 3 grani.

657. L' aria pura non dà alcun segno d' acidità, ntunque sia la generatrice di tutti gli acidi, ed principio senza il quale non vi è acido; perchè n tinge in rosso il color turchino de' vegetabili, ne tutti gli acidi.

658. *Esperienza*. Si metta un poco di tintura di rmasole allungata con dell' acqua in un tubo pie- d' aria pura; il colore non sarà alterato.

659. L' aria pura sola non è punto assorbita dall' ua, nè è meno solubile, ma è assorbita quasi eramente dal gas nitroso, col quale si combina, le vedremo parlando del gas nitroso (691): e sta combinazione è solubile nell' acqua, e forma itro, perchè quest' acido è composto dalla base gas nitroso, combinato coll' ossigene il tutto iolto nell' acqua (635).

660. L' aria pura serve eminentemente alla respira- ne degli animali, i quali vivono molto più tempo

che non farebbero in una stessa quantità d' aria ammosferica.

661. *Esperienza*. Se si rinchiude un animale in un vaso pieno d' aria pura, vi viverà circa quattro volte tanto, quanto sarebbe vissuto se il vaso fosse stato pieno d' aria ammosferica; perchè l' animale trova in questo vaso circa quattro volte tanto fluido capace da respirarsi, quanto ne avrebbe trovato se il vaso fosse stato pieno d' aria ammosferica.

662. L' aria pura è dunque il solo fluido capace a mantenere la vita degli animali, ed eccone la ragione. Vi bisogna per il mantenimento della vita una gran porzione di calorico; e l' aria pura ne contiene molto (647) Ma siccome la sua base, cioè l' ossigene, si combina facilmente col carbo che si trova nel sangue e ne' polmoni, egli abbandona in questa combinazione una parte di calorico, che rimane per mantenere la vita, e il resto del calorico, e dell' ossigene combinati col carbo formano il gas acido carbonico espirato (735). Quel che rende dunque questo fluido proprio alla respirazione è la grande affinità che passa tra il carbo, e la base dell' aria pura. E siccome le basi degli altri fluidi elastici non godono di questa grande affinità; non abbandonano in conseguenza il loro calorico: dal che ne risulta che l' aria pura è il solo fluido idoneo alla respirazione. L' aria pura che respiriamo serve dunque a due funzioni, egualmente necessarie alla nostra conservazione: toglie al sangue il carbo, la soprabbondanza

il quale sarebbe nocevolissima; ed il calorico che questa combinazione depone ne' polmoni, ripara la perdita continua del calore che soffriamo per parte dell' ammosfera, e de' corpi che ci circondano (1).

663. Ma poichè nella respirazione si sviluppa dall' aria pura una grandissima quantità di calorico, pare che questo fluido sarebbe nocivo agli animali che lo respirassero solo e per un dato tempo, rarefacendo troppo il loro sangue, ed aumentandone la rapidità della circolazione, il che potrebbe procurar loro una febbre ardente, e produrre un' infiammazione di polmoni.

664. L' aria pura è il solo fluido elastico nel quale i corpi possono bruciare; perchè nell' aria ammosferica, nella quale i corpi bruciano egualmente, non è che l' aria pura che vi si trova, che sia capace alla combustione; perchè la combustione non è che la combinazione del corpo combustibile coll' ossige-

(1) Chi desiderasse vedere la teoria della respirazione e della combustione, e quel che fa l' aria respirata ne' polmoni, potrà ricorrere ad un opuscolo del Dottor Gioacchino Carradori stampato in Firenze presso Grazioli nell' anno 1789, nel quale si troverà un saggio dell' ultima opera inglese di Crawford, Fisico, che ha trattato *ex professo* questa materia, e che ha per titolo: *Saggio dell' Opera di Crawford intitolata: Experiments and observations on animal Eath ec. with the large additions: con annotazioni.* (*Tradut.*)

ne (653). Ma quando l' aria pura è sbarazzata di qualunque altro fluido, la combustione vi si fa con maggior calore, e maggior luce. Questi due fenomeni sono dovuti alla separazione rapida dalla materia del calore o calorico, che prende lo stato di libertà, lasciando la base di quest' aria a misura che questa base, cioè l'ossigene, si fissa nel corpo che brucia.

665. *Esperienza.* Immergete una candela accesa in un vaso pieno d'aria pura. La fiamma di questa candela vi diventerà più grande, più viva, più ardente, più luminosa, ma la combustione della candela è tre o quattro volte più rapida.

666. *Esperienza.* Immergete in un vaso pieno d'aria pura un pezzetto di legno, una piccola parte del quale sia accesa in carbone. Questo legno vi si infiammerà nel momento, e vi brucierà con una rapidità incredibile.

667. *Esperienza.* Al sughero d'una bottiglia fissate un piccolo fil di ferro sottile avvolto in spirale che abbia alla sua estremità un pezzetto d' esca. Riempite questa boccia d' aria pura: immergetevi il fil di ferro, dopo avere accesa l' esca. Il fil di ferro acceso dall' esca si fonde, e brucia rapidissimamente, gettando delle scintille simili a quelle de' fuochi d' artifizio, ed a quelle che getta il ferro in fusione. E' bene di fare un foro nel turacciolo di sughero perchè non chiuda troppo esattamente la boccia, per evitare che si rompa.

668. Se si soffia nel fuoco coll' aria pura, se si

aumenta considerabilmente l' attività; come hanno provato *Prieſtley*, e *Lavoiſier*. Quest' ultimo ha con questo metodo fuso in un mezzo minuto la platina in bagno perfetto, il che non si è potuto fare ancora coi vetri ardenti i più forti. (1).

669. L' aria pura è dunque composta d' ossigene combinato con una gran quantità di calorico, e di più, secondo alcuni, colla luce. Nella respirazione l' aria pura perde una parte del suo calorico, che se ne separa per mantenere la vita degli animali (662), e quest' aria pure così spogliata d' una parte del suo calorico diventa gas acido carbonico, combinandosi col carbo che si trova nel sangue, e ne' polmoni; perchè il gas acido carbonico per avere la forma aerea non ha bisogno d' una così gran quantità di calorico, quanto ne esige l' aria pura. In maniera che quel che espira l' animale è gas azotico (673), mescolato con del gas carbonico (735).

670. La base dell' aria pura, o l' ossigene, è una delle parti costituenti dell' acqua (640). Questa base combinata con quella del gas idrogene o infiammabile forma l' acqua. Vedremo provato ciò chiaramente nel seguito (825 *e ſeg.*)

(1) Una vescica d' aria pura applicata al tubo ferruminatorio, o meglio una boccia, che continuamente la somministri al mantice del medesimo tubo ferruminatorio serve per fundere sopra un carbone le sostanze più rafrattarie (vedasi *Bergman diſſertazione del Tubo ferruminatorio (Tradut.)*

CLASSE II.

Fluidi elastici soffocanti.

671. Questi fluidi sono quelli, che non possono servire nè alla respirazione degli animali, nè alla combustione de' corpi (592). Tali sono tutti i gas de' quali siamo per parlare.

ORDINE I.

Gas non salini.

672 Questi sono quei gas che non sono nè acidi nè alcalini (602).

3. *Gas azotico.*

673 Il gas azotico o ammosferico (1), che *Lavoi-*

(1) L'Aggiunto di *Azotico* a questa natura di Gas che è stato conosciuto sotto i nomi di *Aria flogisticata*, d' *aria mofetica*, e da M. *Lavoisier* di *mofeta ammosferica*, sembra che non annunzj la proprietà caratteristica di questa sostanza. In fatti M. *G. A. Chaptal* professore di Chimica a Mompellieri ec. nella prefazione alla sua Opera (Elementi di Chim. ec. tradotta e stamp. a Venez. 1792) dice: che gli Autori della nuova nomenclatura avendo voluto coi nuovi vocaboli indicare la natura delle sostanze alle quali sono stati applicati, pare che si sieno alquanto scostati dal loro principio avendo dato il nome di *Gas Azoto* alla mofeta ammosferica. I. (dice l' Autore citato), „ Nessuna delle sostanze gassose conosciute, eccettuata l' aria vitale, non essendo atta alla respira-

ßer ha indicato sotto il nome di mofeta, è la parte non respirabile dell' ammosfera della quale forma

„ zione, la parola *azoto* conviene a tutte fuorchè ad „ una, conseguentemente questa denominazione non „ è fondata sopra una proprietà esclusiva, distintiva, „ e caratteristica di questo gas. II. Questa denomina- „ zione essendo una volta introdotta, si avrebbe do- „ vuto chiamar l'acido nitrico *acido azotico*, e le „ sue combinazioni *azotate*, poichè si ha affettato d' „ indicare gli acidi coi nomi che appartengono al „ radicale. III. Se la denominazione di *gas azoto* non „ conviene a questa sostanza aeriforme, quella di *a-* „ *zoto* conviene ancora meno a quella sostanza con- „ creta, o fissata; poichè in questo stato tutti i *gas* „ sono essenzialmente *azoti*. Sembrami dunque che „ la denominazione *gas azoto* non sia stabilita die- „ tro i principj che si sono adottati, e che i nomi „ dati alle diverse sostanze, di cui questo gas forma „ uno degli elementi, si allontanino ugualmente da' „ principj della nomenclatura.

„ Per correggere la nomenclatura su questo punto „ non d'altro si tratta, che di sostituire a questa pa- „ rola una denominazione, che derivi dal sistema „ generale, che si ha seguito, ed io mi prendo l'ar- „ dire di proporre quella di *gas nitrogeno*: in tal gui- „ sa questa denominazione è dedotta da una proprie- „ tà caratteristica, ed esclusiva di questo gas, che „ forma il radicale dell'acido *nitrico*; ed in questo „ modo noi conserviamo alle combinazioni di questa „ sostanza le denominazioni ricevute, cioè quelle „ di *acido azotico*, di *nitrati*, di *nitrici* ec. Così „ questa parola, che ci viene somministrata dai prin- „ cipj adottati dai celebri Autori della nomenclatu- „ ra, fa rientrar tutte le cose nell'ordine che si so- „ no proposti di stabilire.

... i tre quarti (645). Questo è quel fluido ... *Priestley* aveva chiamato aria flogisticata, ... aveva creduto che non fosse altro che aria al... dal flogisto sviluppato dalle sostanze che ardono, o dalle materie odorose ec. Ma attualmente è dimostrato ad evidenza, che questo fluido è intieramente formato nell' ammosfera e che rimane isolato ed intiero a misura che rimane assorbita l' aria pura.

674 Il gas azotico è composto d' una base chiamata *azoto* (611), combinata col calorico. Si è dato a questa base il nome *d' azoto*, cioè *privativa della vita*, perchè gli animali non possono vivere in questo fluido, quando egli è solo.

675 Il gas azotico è il residuo della respirazione degli animali, della combustione de' corpi, e della putrefazione, perchè in tutti questi casi l' aria pura è assorbita o distrutta. Nella respirazione una parte del calorico dell' aria pura resta per trattenere la vita; e l' ossigene combinandosi colla materia carbonosa, che i chimici pretendono trovarsi nel sangue e ne' polmoni, e che chiamano *carbo*, diventa il gas acido carbonico, che gli animali espirano unitamente col gas azotico (662). Nella combustione (653) l' ossigene si combina in parte col corpo che brucia, o che si putrefà, e il resto di quest' ossigene si combina col carbo, che sominístrano queste sostanze; dal che ne segue che in tutti questi casi il gas azotico è mescolato coll' acido carbonico, come abbiamo di sopra accennato (645).

676 Vi sono parecchi mezzi di procurarsi il gas a-

zotico puro. Il più usitato è il metodo di *Scheele*, che consiste nell'esporre dello zolfo liquido ad una determinata quantità d'aria ammosferica sotto campane di vetro: lo zolfo ne assorbisce appoco appoco l'ossigene; e quando l'assorzione è completa, il gas azotico rimane puro. Si ottiene ancora, dopo la scoperta di *Bertholet* dell'Accademia delle Scienze, trattando la carne musculare, o la parte fibrosa del sangue ben lavato, coll'acido nitroso nell'apparecchio pneumato-chimico, perchè la base di questo gas entra nella composizione delle carni, e serve ad animalizzarle. Ma bisogna che le materie animali sieno ben fresche; perchè se sono alterate, producono del gas acido carbonico mescolato col gas azotico.

677 Si troverà ancora questo gas puro nel residuo dell'aria, che ha servito alla calcinazione de' metalli, e dell'aria che è stata mescolata in giusta proporzione col gas nitroso; perchè i metalli e il gas nitroso si combinano coll'ossigene base dell'aria pura, e non resta dopo di ciò che il gas azotico.

678 *Fourcroy* dell'Accademia delle Screnze ha scoperto che le vessiche natatoje de' pesci sono piene di questo gas, e che per raccoglierlo basta fare scoppiare queste vessiche sotto delle campane piene d'acqua.

679 Il gas azotico è un poco più leggero dell'aria ammosferica: la sua gravità specifica è a quella dell'aria, come 96 e mezzo è a 100; ed a quella dell'acqua distillata, come 11,9048 è a 10000,0000; in maniera che il pollice cubico di questo fluído pesa 0,4444 di grano, e il piede cubico 1 oncia, 2 dram-

48 grani, si può provare questo eccesso di leggerezza nella seguente maniera.

680. *Esperienza*. Mettete due candele accese di eguali di altezza in una campana piena d'aria, e in maniera che non vi si possa rinnovare. A misura che le due candele consumeranno l'aria pura o vitale, s'estingueranno; ma la più alta sarà la prima a spegnersi: prova che il gas azotico sta nella cima, dunque è più leggero.

681. Il gas azotico, quando è puro, non ha nè sapore, nè odore sensibile.

682. Non è solubile nell'acqua, o almeno pochissimo.

683. *Esperienza*. In un lungo tubo di vetro (*fig.* 116) diviso in misure eguali con dei segni fatti col diamante, vi s'introducano tre o quattro misure (*fig.* 117) piene di questo gas, dipoi agitate fortemente questo tubo nell'acqua della tinozza (*fig.* 117), tenendo l'apertura del tubo bassa; il suo volume non resterà sensibilmente diminuito.

684. Il gas azotico non dà alcun segno d'acidità. Non tinge in rosso i colori azzurri de' vegetabili.

685. *Esperienza*. In un tubo pieno di questo gas introducasi un poco di tintura di tornasole allungata con acqua; il colore non ne resterà alterato.

686. Non precipita la calce sciolta nell'acqua.

687. *Esperienza*. Fate passare in un tubo pieno di questo gas un poca d'acqua di calce; ella vi rimarrà chiara e limpida, nè vi sarà calce precipitata, o creta prodotta.

688. Il gas azotico estingue subitamente i corpi accesi, ed uccide con molta prontezza ed energia gli animali che vi s' immergono.

689. *Esperienza*. In un vaso pieno di questo gas immerga un animale, o una candela accesa; l' animale vi resterà subito suffogato, e la candela si spenirà.

690. Il gas azotico si ristabilisce e diviene respirale per la vegetazione della verdura; perchè questi egetabili somministrano dell' aria pura, assorbendo idrogene dell' acqua (640, e 817) che serve alla egetazione, e lasciano l' ossigene libero. In fatti con 72. parti di questo gas si mescolano 28. parti aria pura, si produrrà un' aria simile a quella dell' tmosfera e respirabile come quella (645).

4. *Gas nitroso*.

691. Il gas nitroso è stato scoperto da *Heles*; ma *rieſtley* ha fatto conoscere la maggior parte delle lui proprietà. E' questi un gas che non esiste in atura senza il soccorso dell' arte. E' una delle par- costituenti l' acido nitroso, o per dir meglio egli esso è l' acido nitroso, ma privo per la massima arte del suo oſſigene, il che fa si che ceſſi d' eſſere cido. Egli è dunque composto della medesima base ell' acido nitroso (che è l' azoto (612) contenente ello stato di gas pochiſſimo oſſigene), e combinata ol calorico. In questo stato non è punto solubile

nell' acqua; se gli si somministra l' ossigene, combinandosi con lui diventa acido, e solubilissimo nell' acqua.

692. E' facile convincersi che la base dell' acido nitroso è l' azoto che contiene dell' ossigene, ma non fino a saturazione; che allora diverrebbe acido nitrico. E' facile di convincersene, io dico, per l' analisi, e per la sintesi. I. Per l' analisi. Si può decomporre l' acido nitroso, e ridurlo allo stato di gas nitroso, facendolo agire sopra un metallo, come sarebbe il rame, che gli toglie una parte del suo ossigene. Dopo di che si espone questo gas sopra della solfura alcalina (*fegato di zolfo*) che gli toglie quel che gli era restato d' ossigene, e diventa intieramente gas azotico. Dunque ec. II. Per sintesi. *Cavendisch* ha formato dell' acido nitroso, esponendo all' azione della scintilla elettrica un miscuglio di 7 parti dell' aria pura, e di 3. parti di gas azotico; dunque la base del gas nitroso è l' azoto combinato con un poco d' ossigene.

693. Dunque il gas nitroso si ottiene dall' acido nitroso che si fa agire sulle materie combustibili. Queste materie si combinano con una maggiore o minor quantità del suo ossigene, mentre la sua base che è l' azoto (che ritiene una parte del suo ossigene) combinandosi col calorico, forma il gas nitroso.

694. Si estrae dunque questo gas dall' acido nitroso mediante il ferro, il rame rosso, l' ottone, lo stagno, l' argento, il mercurio, il bismutto, il nicco-

lo; e dall' istesso acido nitrico che è nell' acido nitro-muriatico o *acqua regia*, col mezzo dell' oro, e dell' antimonio.

695. Si estrae ancora dal medesimo acido nitroso per mezzo dello spirito di vino, degli eteri, degli olj, delle resine, delle gomme, de' carboni, dello zucchero ec.

696. Le sue proprietà sono le stesse, qualunque sia la sostanza che si adopera per estrarlo; ma co' metalli se ne ottiene una maggior quantità. Fra i metalli ve ne sono di quelli da' quali non si estrae che del gas azotico, perchè s' impossessano di tutto l' ossigene dell' acido nitroso di cui si fa uso.

697. *Esperienza*. In una boccia, il cui sughero sia traversato da un tubo ricurvo (*fig.* 114.) mettete del filo di rame sottile avvolto in spirale: riempite di poi questa boccia d' acido nitroso indebolito coll' acqua; dopo averla ben chiusa ponete l' estremità D del tubo ricurvo nel foro bislungo *c*, o *d* della tavola F (*fig.* 112), sul quale avrete posata una campana piena d' acqua.

698. S' ecciterà nella boccia una fermentazione accompagnata da calore, e nel tempo che il rame si discioglierà, passerà sotto la campana un fluido aeriforme che è gas nitroso.

699. Si avrebbe lo stesso effetto con un altro metallo: è ben cosa vantaggiosa di riempire la boccia d' acido, perchè se vi restasse dell' aria, il gas nello svilupparsi si combinerebbe coll' aria pura, e questa combinazione dissolvendosi nel liquore (709), pro-

durrebbe un vuoto che permetterebbe all' acqua della tinozza di passare per il tubo ricurvo nella boccia.

700. Il gas nitroso è un poco più pesante dell' aria ammosfetica: la sua gravità specifica è a quella dell' aria come 104. e mezzo a 100; e a quella dell' acqua distillata come 13,0179. è a 10000, 0000. Il pollice cubico di quest' aria pesa 0,4860. di grano, e il piede cubico pesa 1 oncia, tre dramme, e 47,8080 di grano.

701. Il gas nitroso puro non é solubile nell' acqua come si può vedere sottoponendolo alla stessa prova che abbiamo indicato di sopra (683).

702. Il gas nitroso non dà alcun segno d' acidità, perchè non tinge in rosso i colori azzurri de' vegetabili, come la tintura di tornasole, quando non vi sia mescolata dell' aria, acquistando egli allora l' acidità (708).

703. *Esperienza*. Se fate passare di questa tintura in questo gas, il di lei colore non resterà punto alterato.

704. Il gas nitroso estingue i corpi accesi, ma se vi s' immerge una candela accesa la fiamma prima di spengersi prende un color verde.

705. Fa prontamente perire le piante e gli animali che vi s' immergono.

706. Quando si mescola coll' aria ammosferica diviene rutilante, ed ha l' odore di spirito di nitro, come è facile assicurarsene spandendone un poco per aria. Allora assorbisce la parte respirabile dell' aria, si combina con lei, e diventa acido nitroso.

707.

709. *Esperienza*. In un lungo tubo di vetro (*fig.* 16.) diviso in porzioni eguali s' introducano due porzioni d' aria ammosferica, e di poi una misura di gas nitroso. Vedrassi nell' istante che il miscuglio divien rutilante e si riscalda: e siccome questa combinazione, che non è altro che acido nitroso, è solubilissima nell' acqua, vedrete risalir l' acqua nel tubo a misura che il miscuglio vi si discioglierà; in maniera chè di tre misure, ve ne sarà circa una e mezza disciolta, se l' aria è di buona qualità. Quel che rimane non è altro che gas azotico. Il calore prodotto in questa combinazione è dovuto al calorico di questo fluido che prende lo stato di libertà.

710. *Esperienza*. Se invece d' aria ammosferica mescolate al gas nitroso dell' aria pura, cioè due misure di gas, ed una d' aria pura, la mistura rimarrà quasi affatto disciolta nell' acqua.

711. Si può dunque, mediante questo gas, giudicare della salubrità dell' aria, perchè non si combina che coll' ossigene o base dell' aria pura, che è la sola parte respirabile dell' ammosfera. Si deve dunque giudicare l' aria esperimentata così, come più idonea alla respirazione, quanto maggiore è il volume che ne resta assorbito (1). Ma siccome il gas nitroso con-

(1) Su questa proprietà del gas nitroso sono stati immaginati gli eudiometri ad aria nitrosa, i quali però non dimostrano la salubrità in generale dell' aria

5. *Gas muriatico ossigene.*

717. Il gas muriatico ossigene che è l'acido muriatico deflogisticato di *Scheele* sotto la forma di gas, è il *gas acido muriatico* di cui parleremo frappoco (767), ma sopraccaricato d'ossigene e diffemmato (613).

718. Si ottiene facendo scaldare ed evaporare dell'acido muriatico, mentre agisce sopra una sostanza che contiene dell'ossigene, come per esempio l'ossido nativo di Manganese.

719. *Esperienza.* In una piccola storta di vetro O M (*fig.* 115) mettete una o due oncie d'ossido nativo di Manganese; versatevi sopra tre o quattro oncie d'acido muriatico; fate riscaldar la storta sopra un piccolo fornello, e quando giudicherete che tutta l'aria della storta sia uscita, introducete il suo collo sotto una campana piena di mercurio, e anche di acqua (perchè quantunque questo gas sia solubile nell'acqua, non se ne discioglie che pochissimo, e l'acqua ne resta saturata molto presto; allora il gas eccedente alla saturazione dell'acqua passa alla parte superiore della campana, facendo abbassar l'acqua). Si eccita dunque una viva effervescenza nella storta, nel tempo della quale l'acido muriatico passa nello stato di gas, ma sopraccaricato d'ossigene, che to-

e dall' osside di Manganese, perchè ha con lui u-
grandissima affinità.
720. Questo gas è dunque composto del gas acido
riatico e d' un eccesso d' ossigene. Questo ossige-
è quello, il quale sebbene sia il principio acidi-
), gli toglie tutta la sua acidità, e lo rende meno
ubile nell' acqua. Questa è una cosa ben difficile
spiegarsi. Abbiamo veduto (*712 e seg.*), che un
esso d' ossigene aggiunto all' acido nitroso, vi pro-
e un effetto contrario, perchè gli somministra quel-
cidità che non aveva, e lo rende intieramente so-
le nell' acqua. Sarebbe difficile dire donde nasco-
questi due effetti contrarj; ma questi sono fatti
sicuri, che dobbiamo adottare, quantunque non
ne sappia la causa.
21. La prova che il gas muriatico ossigene non è
o, o che almeno lo è pochissimo si è che non
ombina punto, o quasi punto con gli alcali, e
non ha la forza di scacciare l' acido carbonico
a fissa) dalle differenti basi colle quali è com-
to: lo che possono fare tutti gli acidi che cono-
no per quanto sieno deboli.
2. Il gas muriatico ossigene non è invisibile co-
gli altri gas, perchè è d' un giallo verdastro che
distinguere. Ha un odore forte e penetrante;
noso a respirarsi, perchè eccita una tosse vio-
, e potrebbe produrre una emorragia.
3. Questo gas estingue i corpi che vi s' immer-
, e fa morire prontamente gli animali che vi si
no.

724. Abbiamo detto poco sopra (720 e 721), che il gas muriatico ossigene non è acido; in fatti non tinge in rosso i colori azzurri de' vegetabili, come avrebbe fatto, se non fosse stato sopraccaricato d' ossigene.

725. *Esperienza*. In un tubo pieno di gas muriatico introducete un poco di tintura di laccamuffa o tornasole; il colore non vi sarà cangiato in rosso, ma vi si perderà intieramente.

726. Perchè il gas muriatico ossigene scolorisce i drappi colorati, il siroppo di viole, i fiori ec. e riduce bianchi tutti questi corpi.

727. *Esperienza*. In una campana di vetro piena di questo gas e posata sull' apparecchio a mercurio fate vi passare un piccol mazzetto di viole mammole, che resteranno scolorite nel momento. Questo effetto è sì pronto, soprattutto servendosi dell' apparecchio a mercurio, che pare siasi con un giuoco di mano cambiato il mazzetto, e che se ne sia sostituito uno di fiori bianchi. Coll' apparecchio ad acqua l'effetto non è si pronto, perchè l' aderenza dell' acqua alle foglie del fiore, ritarda un poco il contatto immediato del gas sopra di loro.

728. Questo gas scolorisce ed imbianca ancora la tela, la cera gialla, la seta ec. e questo effetto dipende dall' eccesso del suo ossigene; e perdendo questo ossigene ritorna gas acido muriatico semplice, ed è allora affatto solubile nell' acqua.

729. Il gas muriatico ossigene ha la proprietà di decomporre l'ammoniaco, il quale può in conseguen-

za servire per preservarsi dagli effetti nocivi di questo gas, de' quali abbiamo parlato di sopra (721). Perchè il suo ossigene eccedente si combina coll' idrogene dell' ammoniaco e forma dell' acqua, e l' azoto si trova libero. Abbiamo già detto (639) che l' ammoniaco è composto d' una parte d' idrogene, e di sei parti d' azoto il tutto sciolto nell' acqua.

730. Il gas muriatico ossigene non è tanto solubile nell' acqua, quanto lo è l' acido muriatico semplice (il quale non può in veruna maniera raccogliersi sotto l' acqua). Pure vi è solubile fino a un certo segno (719), e forma allora l' acido muriatico ossigene in liquore; che è il vero dissolvente dell' oro, della platina ec.

731. *Esperienza*. In un acido muriatico ossigene, cioè nell' acqua saturata di gas muriatico ossigene, mettete qualche foglia d' oro, e vi sarà prontamente disciolta.

732. Nell' acido nitro-muriatico, o acqua regia l' oro vi si discioglie per lo stesso agente. Perchè l' acqua regia è un miscuglio d' acido muriatico e d' acido nitrico (636). In questo miscuglio l' acido muriatico (la di cui base ha una grande affinità coll'ossigene) si combina coll' ossigene dell' acido nitrico, e diviene così acido muriatico ossigene; e la base dell' acido nitrico rimane libera, in maniera che in questo liquore non vi rimane più nulla d' acido. L' acido nitrico ha perduta la sua acidità perdendo il suo ossigene, e l' acido muriatico ha perduta la sua, combinandosi coll' ossigene dell' acido nitrico; due fe-

nomeni, che come abbiamo detto di sopra (73
sono difficili a spiegarsi.

733. L'acido muriatico ossigene si decompone
poco appoco dal contatto della luce che ne svil
l'eccesso d'ossigene, e così ritorna allo stato d'
do muriatico puro; e questo eccesso d'ossigene
sviluppato combinandosi col calorico forma l'
pura.

ORDINE II.

Gas Salini.

734. Questi gas sono o acidi o alcalini (603).
tutti questi non ve ne è che uno che si trovi n
ralmente, e questo è il gas acido carbonico; tutti
altri sono il prodotto dell'arte.

6. *Gas acido carbonico.*

735. Il gas acido carbonico è fra tutti i gas qu
che da maggior tempo si conosce. *Paracelso*, e
antichi lo chiamavano *spirito silvestre*, e dopo
Vanhelmont lo chiamò *gas silvestre*. Dopo fu de
minato *aria fissa* da *Black*, *Boyle*, *Hales*, *Priestl*
Lavoisier ec. *Acido mefitico* da *Bewly*, *gas mefi*
da *Macquer*; *acido aereo* da *Bergman*. Finalme
Lavoisier l'ha chiamato *gas acido della creta*; e
ultimo luogo *gas acido carbonico*, perchè è compo
d'ossigene combinato con una materia carbono
che lo tiene in dissoluzione (614), e nella propor
ne di circa 72 parti d'ossigene, e 28 parti di mat
carbonosa, chiamata *carbo* da' moderni.

736. Infatti se in un vaso chiuso si fa bruciare

carbone nell' aria pura, quel che resta dopo la combustione è gas acido carbonico.

737. *Esperienza*. In una campana di vetro piena d' aria pura, posata sull' apparecchio pneumato-chimico a mercurio, mettete in un piccol vaso una quantità determinata di carbone privo del gas idrogene, mediante una calcinazione fattane in vasi chiusi. Fate che sia sul carbone un quarto di grano di esca con sopra un atomo di fosforo. Accendete il fosforo con un ferro rovente ricurvo, che farete passare a traverso del mercurio. Il fosforo accenderà l'esca, e l' esca il carbone. L' infiammazione sarà rapidissima, e accompagnata da molta luce. Allora si troverà nella campana del gas acido carbonico, il di cui peso sarà eguale al peso dell' aria pura impiegata, più il peso che avrà perduto il carbone. Perchè se sotto questa campana introdurrete un peso conosciuto d'alcali cautico in liquore, assorbirà il gas acido carbonico formato in questa combustione; e si troverà aumentato del peso d' una quantità eguale al peso di cui abbiamo parlato.

738 In questa operazione l'ossigene, la di cui combinazione col calorico formava l'aria pura, si è combinato col carbo (1), e con una porzione del calorico, e forma l' acido carbonico; mentre il rimanente del calorico, altro principio dell' aria pura, si sviluppa con calore e con luce, perdendo lo stato di libertà. Perchè il gas acido carbonico per avere la forma di gas non ha bisogno d' una tanto grande quantità di calorico, quanta ne esige l' aria pura.

739. Il gas acido carbonico si trova naturalmente in parecchi sotterranei, come per esempio nella grotta del cane in Italia, nelle gallerie delle miniere in diverse sorgenti d'acqua: dipende da questo gas l'essere queste acque spiritose ed acidule. Tali sono l'acqua di Pyrmont, di S. Mion, di Steltz, di Pougues, di Chateldon, di Bussang, di Spa ec.

740 Questo gas è somministrato abbondantemente, I. da' liquori spiritosi fermentati, come il vino, la birra ec. Allora la sua formazione è dovuta alla combinazione della materia carbonosa della parte zuccherina col principio ossigene dell'acqua. II. Dalla respirazione degli animali, nella quale l'ossigene dell'aria somministrando una parte del suo calorico per il mantenimento della vita (662), si combina con una materia carbonosa, che secondo i chimici moderni si sviluppa dal sangue, e da' polmoni. III. Dalla combustione de' corpi, nella quale una parte dell'ossigene dell'aria si combina colla materia carbonosa del corpo che brucia.

741 La base del gas acido carbonico è combinata in un gran numero di corpi naturali, come il carbonato calcario, il marmo, tutte le pietre da calce, i carbonati alcalini ec., e in generale tutte le sostanze che fanno effervescenza con gli acidi. E' facile di estrarlo da queste sostanze, facendo agire sopra di loro l'acido nitroso, o l'acido sulfurico indebolito con dell'acqua. Perchè quest'acido carbonico ha sì poca affinità colle sue basi, che ne è scacciato da qualunque altro acido, e qualche volta ancora dal solo calore.

742 *Esperienza*. In una boccia, a cui sia annesso un tubo ricurvo (*fig.* 114), mettete del carbonato calcario o alcalino ec. versatevi al di sopra dall'acido nitrico, o dell'acido sulfurico indebolito con acqua; introducete l'estremità D del tubo ricurvo nel foro bislungo *c*, o *d* della tavola E F dell'apparecchio pneumato-chimico ad acqua (*fig.* 112), sul qual foro avrete posato una campana di vetro ripiena di acqua. Si ecciterà nella boccia una fermentazione, nel tempo della quale si svilupperà e passerà nella campana un fluido aeriforme che è gas acido carbonico.

743 Questo gas è solubile nell'acqua, ma lentamente. Se si vuole che ciò succeda con maggior celerità, bisogna agitare fortemente questi due fluidi insieme per moltiplicare i contatti.

744 *Esperienza*. Nel gran tubo graduato (*fig.* 116) mettete tre o quattro misure di questo gas; e agitatelo fortemente nell'acqua della tinozza, tenendo sempre l'apertura del tubo al basso. Vi accorgerete che ve ne sarà una gran parte disciolto nell'acqua dall'ascensione dell'acqua medesima nel tubo.

745 L'acqua discioglie più o meno di questo gas, secondo il suo grado di calore, o piuttosto secondo il suo grado di raffreddamento. Più ella è fredda, più discioglie; ma anche in questo caso non può discioglierne che un volume circa eguale al suo.

746 L'acqua che tiene questo gas in dissoluzione prende un gusto acidulo, e le stesse proprietà che le acque aereate, semplicemente acidule.

747 *Esperienza*. Riempite d' acqua pura la boccia tonda (*fig.* 120). Posatela colla bocca all' ingiù sulla tavola dell' apparecchio ad acqua (*fi.* 112): fatevi passare del gas acido carbonico in tanta quantità da riempire la metà della sua capacità: chiudetela bene avanti di cavarne la bocca dall' acqua; indi agitate il tutto fortemente. Il gas si discioglierà nell' acqua; e l' acqua prenderà il sapore acidulo come potrete assicurarvene assaporandola.

748 Quest' acqua è divenuta veramente acida, perchè tinge in rosso la tintura di laccamuffa.

749 *Esperienza*. Versate di quest' acqua sopra un poca di tintura di laccamuffa, e il suo colore azzurro sarà cambiato in rosso chiaro.

750 Quest' acido sotto la forma aerea produce lo stesso effetto.

751 *Esperienza*. In un tubo pieno di questo gas versate un poca di tintura di laccamuffa allungata con acqua. Il suo colore azzurro si cangierà in rosso chiaro.

752 Questo gas, e l' acqua che lo ritiene in dissoluzione precipitano la calce disciolta nell'acqua. Perchè se in un tubo pieno di questo gas vi verserete un poca d' acqua di calce, vedrete l' acqua divenir lattiginosa, e precipitarsi la calce. Vedrete il medesimo effetto se sull' acqua di calce verserete dell' acqua acidulata da questo gas.

753 La calce combinata con questo gas forma il carbonato calcario, volgarmente chiamato creta, che non è solubile nell' acqua. Ecco perchè si precipita.

L' acqua di calce è dunque un ottimo reagente per fare riconoscere la natura, e la quantità di questo acido.

754. La calce è precipitata del pari dal fluido che espirano gli animali.

755 *Esperienza*. In un tubo di vetro in parte pieno d' acqua di calce soffiate in modo che passi il fluido che espirate a traverso l' acqua di calce, e vedrete precipitarsi la calce.

756 Il gas acido carbonico è dunque formato ne' polmoni, come abbiamo detto qui di sopra (662) dalla combinazione dell' ossigene dell' aria pura colla materia carbonosa che si sviluppa dal sangue; e una parte del calorico, altro principio dell' aria pura, resta nel corpo dell' animale per mantenimento della vita, mentre che il gas acido carbonico, e il gas azotico (673) sono espirati.

757 Il gas acido carbonico si combina cogli alcali e li fa cristallizzare.

758 *Esperienza*. In un boccale con la bocca slabbrata pieno di questo gas mettete un poco d' alcali puro e caustico in liquore. Turate prontamente l' orifizio di questo vaso con della vesica bagnata, e girando il vaso fate passare sulle pareti l' alcali. Vi sarà una diminuzione di volume dovuta all' assorbimento del gas fatto dall' alcali, il che sarà dimostrato dall' affondamento della vesica. Vi ecciterà del calore nel tempo della combinazione, il qual calore prodotto dal calorico che prende lo stato di liber-

(640), sia necessaria alla putrefazione, perchè i corpi non imputridiscono che combinandosi coll'ossigene. Alcuni hanno anche creduto che questo gas sia capace di ristabilire le materie già putrefatte, o almeno quelle che cominciano a putrefarsi; lo che io credo difficilmente.

766. Siccome la respirazione degli animali, e la combustione de' corpi consumano continuamente dell' aria pura, e in suo posto fanno passare nell' atmosfera del gas acido carbonico, il fluido che respiriamo diverrebbe ben presto infetto e mortale se nulla lo ristabilisse. Ma l' acqua, di cui è coperta la maggior parte del nostro globo, assorbisce una gran quantità di questo gas, e la vegetazione della verdura ne decompone un' altra parte, perchè la tessitura vegetabile assorbisce il carbo; e l' ossigene restato libero combinandosi colla materia del calore o calorico, forma dell' aria pura. Di più una parte dell' acqua, che serve alla vegetazione si decompone; l' idrogene è assorbito dalla pianta, e l' ossigeno resta libero (654).

7. *Gas acido Muriatico.*

767. Il gas acido muriatico non si trova mai naturalmente, ma è un prodotto dell'arte. Si ottiene riscaldando l'acido muriatico fumante in una storta O M (fig. 115), il di cui collo è introdotto sotto una campana pie-

di mercurio posta sulla tavola dell' apparecchio eumato-chimico a mercurio. Si può estrarlo ancora l' istesso apparecchio; facendo riscaldare, invece d' do muriatico, un miscuglio di muriato di soda, o marino, e di acido sulfurico. Perchè l' acido sulico si combina colla base del muriato di soda, e cido muriatico rimasto libero passa in gas acido riatico.

768. Questo gas non può esser raccolto sull' acqua, chè vi si scioglie intieramente e prestissimo.

769. *Esperienza*. Nella campana piena di mercurio, lla quale avrete raccolto questo gas, farete passare poco d' acqua, che per la sua leggerezza respettisi porterà alla superficie del mercurio. Nel monto il gas resterà intieramente assorbito e disciolto l' acqua. Il mercurio risalirà sino verso alla somà della campana, e il liquore che si troverà sarà vero acido muriatico tanto più concentrato, quanmeno acqua, e quanto più gas vi sarà.

770. Il gas acido muriatico non è dunque altra coche l' istesso acido muriatico privo d' acqua (615), è tanto concentrato quanto può esserlo, e combito col calorico, che gli fa prendere la forma ae-

771. Il gas acido muriatico ha un odore forte e pun. nte.

772. Questo gas mescolato coll' aria ammosferica ma come l' acido muriatico, de' vapori bianchi prodotti dalla combinazione di questo gas coll' umidità l' aria, e tanto più apparenti, quanto più l' aria è

ùmida. Così si pretende che questi vapori non sieno sensibili sulle montagne più alte, dove si dice che l'aria sia asciuttissima.

773. La base del gas acido muriatico è fortemente combinata coll'ossigene, col quale ella ha una così grande affinità che non si può separarnela. In conseguenza non si sa quale sia questa base che fino ad ora è ignota. La sua affinità con questo principio acidificante è tale, che ella può combinarsi anche con una maggior quantità d'ossigene, di quello che è necessario per costituirla un acido; ed allora forma il gas muriatico ossigene, di cui abbiamo parlato di sopra (717 *e seg.*).

774. Il gas acido muriatico è molto più pesante dell'aria ammosferica. La sua gravità specifica è a quella dell'aria, come 173 è un quarto a 100; e a quella dell'acqua distillata, come 21, 3482 è a 10000,0000. Il pollice cubico di questo gas pesa 0,7970 di grano; e il piede cubico 2 once 3 dramme, e 9,2160 di grano.

775. Il gas acido muriatico essendo la stessa cosa che l'acido muriatico, dà gli stessi segni d'acidità. Tinge in rosso i colori azzurri de'vegetabili, ma non li distrugge come fa il gas muriatico ossigene (726).

776. Si combina con tutte le basi alcaline, e forma con esse de' sali muriatici.

777. *Esperienza.* Se in una campana piena di mercurio introdurrete del gas acido muriatico, e in seguito vi mescolerete del gas ammoniacale, del quale parleremo frappoco (804); il miscuglio si riscalderà

molto; perchè questi due fluidi elastici penetrandosi cambievolmente, perdono il calorico che li teneva otto la forma aerea, e questa sostanza divenuta libera si rende sensibile: si forma nell' istante una nuola bianca, prova della loro scambievole penetrazione; il mercurio risale nella campana, e subito le pareti interne si trovano fiorite di cristalli ramificati, he sono un vero muriato d' ammoniaco.

778. In fatti il gas acido muriatico non è altra coa che l'acido muriatico (770); il gas ammoniacale on è altro che l' ammoniaco (806): e si sa che la ombinazione di queste due sostanze forma il muriato ' ammoniaco.

779. Il gas acido muriatico soffoga gli animali che s' immergono. Estingue la fiamma delle candele, a l' ingrandisce in principio, dando al loro disco un lor verde o azzurro.

780. Il gas acido muriatico è assorbito da' corpi spuosi, come il carbone, la spugna ec.

781. Il gas muriatico discioglie la canfora.

782. S' impadronisce dell' acqua soprabbondante del lfato d' allumina (*allume*) e del borato (*borrace ristallizzato*), e li riduce in polvere.

783. Fonde il ghiaccio con tanta prestezza come se gettasse nel fuoco.

184. In tutte queste circostanze è assorbito, e forma un acido muriatico simile a quello dal quale si è tratto.

785. Tutto ciò è l' effetto assai conosciuto della gran

violenza, colla quale gli acidi concentrati si uniscono coll' acqua.

8. *Gas acido sulfuroso.*

786. Non si trova naturalmente il gas acido sulfuroso, ma è il prodotto dell' arte. Si ottiene riscaldando in una sorta O M (*fig.* 115) (come abbiamo detto 769) che si fa per ottenere il gas acido muriatico) dell' acido sulfurico o acido vetriolico, mentre agisce su' corpi combustibili, come l' olio, il carbone, il mercurio ec. in una parola sopra corpi che possono togliere una parte dell' ossigene che è combinato collo zolfo di questo acido; perchè l' acido sulfuroso non è altra cosa che l' acido sulfurico privo di una parte del suo ossigene (629). Per fare dunque dell' acido sulfurico è necessario dello zolfo combinato con una quantità d' ossigene. Il corpo combustibile toglie dunque una parte del suo ossigene all' acido sulfurico, che diviene perciò acido sulfuroso, e il calore combinandosi con quest' acido sulfuroso gli fa prendere la forma aerea.

787. Tutto ciò deve farsi coll' apparecchio a mercurio, perchè l' acido sulfuroso è intieramente solubile nell' acqua. L' acido sulfurico non è capace di acquistare la forma aerea. Per far ciò bisogna che ci venga acido sulfuroso.

788. *Esperienza.* Si metta dunque in una storta del

acido sulfurico sopra il mercurio, e si scaldi, essendo il collo della storta introdotto sotto una campana piena di mercurio. I. Il mercurio si combina con una parte dell'ossigene dell'acido sulfurico, e per questa combinazione si calcina in polvere bianca. In questo tempo l'acido sulfurico perdendo una parte del suo ossigene diventa acido sulfuroso, e passa in forma aerea, combinandosi col calorico. II. Finita questa operazione, se si continua a riscaldar la storta, e si sostituisce un'altra campana, vi passa un altro fluido elastico che è aria pura, o gas ossigene; e in questo tempo il mercurio che si era calcinato ritorna mercurio corrente. Si vede bene che in questa seconda operazione l'ossigene, che combinandosi col mercurio si era in principio calcinato, se ne fugge in seguito dal calore, si combina col calorico, e forma l'aria pura. Ecco dunque in questa sola esperienza un metallo I. calcinato; II. rivivificato. Il mercurio non essendo dunque alterato, è evidente che i due fluidi elastici che si ottengono, sono dovuti all'acido sulfurico che si è decomposto.

789. Il gas acido sulfurico non è dunque altra cosa che lo stesso acido sulfuroso privo d'acqua (616), e concentratissimo, combinato col calorico, che gli fa prendere la forma aerea. Questo gas acido è quello che si sente quando si fa bruciare dello zolfo.

790. Il gas acido sulfuroso è più del doppio grave dell'aria ammosferica. La sua gravità specifica è a quella dell'aria, come 206 a 100: ed a quella dell'acqua distillata come 25, 3929 è a 10000,0000. Il

pollice cubico di questo gas pesa 0,9480 di grano, e il piede cubico 2 once, 6 dramme, e 54lb 1440 di grano.

791. Il gas acido sulfuroso estingue i corpi accesi, e ammazza gli animali che vi s' immergono.

792. Distrugge molti colori vegetabili; per questo carattere si rassomiglia al gas muriatico ossigene, di cui abbiamo parlato di sopra (717 e *seg.*).

793. Si combina cogli alcali e forma con loro de' sali neutri, ma che differiscono da quelli che sono formati dall' acido sulfurico, per la forma, pel sapore, e soprattutto per la proprietà d' essere decomposti dagli acidi i più deboli, e per fino dall'acido acetoso.

794. Questo gas è intieramente solubile nell' acqua, colla quale si unisce prontamente perdendo il suo calorico, e ritorna così acido sulfuroso in liquore. Nella stessa guisa che il gas acido muriatico (783) fonde il ghiaccio, e colla stessa prontezza.

9. *Gas acido fluorico.*

795. Il gas acido fluorico non si trova naturalmente, ma si può avere coll' ajuto dell' arte. Si ottiene scaldando in una storta OM (*fig.* 115)(come per ottenere l'acido muriatico) dell' acido sulfurico, mentre agisce sullo spato fluore polverizzato. L'acido sulfurico combinandosi colla base dello spato fluore, che è calcare (799), sviluppa un altro acido, che combinandosi col calorico passa sotto la forma d'un fluido ela-

tisco, ed è gas acido fluorico, conosciuto in prima sotto il nome di *gas acido spatico*.

797. *Esperienza*. Se nella campana, nella quale si è raccolto questo gas si fa pasare un poca d'acqua sopra la superficie del mercurio, il gas vi si discioglie nel momento, e con calore, e il mercurio risale nella campana. Ma questa dissoluzione del gas nell'acqua è comunemente accompagnata da un fenomeno singolarissimo, cioè la precipitazione o deposizione d'una terra bianca finissima, che è quarzosa o silicea.

798. Il gas acido fluorico non è dunque altra cosa, come lo ha pensato *Schele*, che un acido particolare estratto dallo spato fluore (617), di cui non si consoce la base (630), e che è combinato col calorico, che gli fa prendere la forma di gas. Quest'acido tiene spesso in dissoluzione una terra vetrificabile, e ne tiene una più gran quantità sotto la forma di gas, che quando è in liquore; poichè quando si fa passare dallo stato di gas a quello di liquore ne depone una parte.

799. Questa materia terrosa non viene dallo spato, come lo ha creduto *Priestley*: perchè la base dello spato fluore pare calcaria. La prova di ciò si è, che l'acido fluorico precipita la calce disciolta nell'acqua, e combinandosi con questa calce, forma di nuovo nel momento dello spato fluore. Questa terra vetrificabile viene piuttosto da' vasi di vetro o di terra che si adoprano per estrarre il gas; perchè quello che è estratto in vasi di metallo, come lo ha estratto *Meyer*, non tiene questa terra in dissoluzione. Dopo ciò non

deve far maraviglia se il gas acido fluorico corrode e fora il vetro, il che obbligava *Priestley* a prendere per le sue esperienze delle bottiglie di vetro molto grosse. In conseguenza di questa proprietà di corrodere il vetro, M. de *Puymorin* ha immaginato d'incidere sul vetro mediante l'acido fluorico come s'incide sul rame mediante l'acqua forte.

800. Il gas acido fluorico pare che sia più pesante dell'aria ammosferica. Io non ne conosco ancora esattamente la gravità specifica.

801. Questo gas estingue i corpi infiammati, e soffoga gli animali che vi sono immersi.

802. Tinge fortemente in rosso i colori azzurri de' vegetabili.

803. Ha un odore forte penetrante, che si avvicina a quello dell'acido muriatico (771), ma che è un poco più attivo. Quando se ne mescola coll'aria, forma egualmente che quest'ultimo gas (772), de' vapori bianchi combinandosi coll'umidità dell'aria. Malgrado questa somiglianza coll'acido muriatico, differisce da lui moltissimo; perchè forma cogli alcali de' sali neutri fluorici, diversissimi da quelli che forma il gas acido muriatico co' medesimi alcali. A torto adunque, quei chimici francesi, che nel 1773 sotto il nome di M. *Boullanger* pubblicarono una serie d'esperienze sullo spato fluore, hanno pensato che l'acido di questo spato non fosse altro che acido muriatico combinato con una materia terrosa.

10. *Gas Ammoniacale.*

804. Il gas ammonicale non si trova mai naturalmente, ed è prodotto dell'arte. Per ottenere questo gas, si mette in una storta O M (*fig.* 115.) corredata d'un tubo ricurvo M N, una certa quantità d'ammoniaco. Si scalda il fondo della storta con de' carboni accesi o con uno stoppino a spirito di vino; si lascia uscire in principio l'aria del vaso e del tubo, e si raccoglie di poi il gas in campane piene di mercurio, quando l'ammoniaco o alcali volatile caustico ha già cominciato a bollire. Per far sì che non passi nella campana dell'acqua in vapore, che vi si condenserebbe, e scioglierebbe il gas, sarà bene di mettere fra la storta e il tubo di comunicazione un piccolo vaso che si cercherà di mantenere freddo col ghiaccio per farvi condensar l'acqua che potesse passarvi in vapore. Con questo mezzo uno può procurarsi del gas ammoniacale asciuttissimo, e purissimo. Si può nell'istessa maniera ottenere il gas ammoniacale da un miscuglio di tre parti di calce viva, e di una parte di muriato d'ammoniaco. Allora questo sale si decompone. L'acido muriatico che è uno de' suoi principj si combina colla calce, e l'ammoniaco suo altro principio, combinandosi col calorico passa sotto la forma aerea.

805. Questo gas ammoniacale non si potrebbe rac-

cogliere coll' apparecchio ad acqua, perchè l' acqua assorbisce prontamente questo gas disciogliendolo, e la dissoluzione di questo gas nell' acqua è l' ammoniaco.

806. Il gas ammoniacale non è dunque altra cosa che l' ammoniaco privo d'acqua *(618)*, e nello stato della più perfetta concentrazione, combinato col calorico che gli fa prendere la forma aerea.

807. Ma questo gas ammoniacale sì puro è esso stesso composto d' una parte di gas idrogene, di cui siamo per parlare frappoco (815. *e seg.*), e di sei parti di gas azotico (673). Ecco la prova che ne dà M. *Bertholet* dell' Accademia delle Scienze.

808. In una campana piena di mercurio mescolate insieme del gas ammoniacale, e del gas muriatico ossigene (717). Il gas ammoniacale sarà decomposto: e l' eccesso d' ossigene del gas muriatico si combinerà coll' idrogene base del gas idrogene, una delle due parti costituenti del gas ammoniacale, e formerà dell' acqua. Il gas muriatico perdendo il suo eccesso d' ossigene, diventerà acido muriatico che si discioglierà in quest' acqua, e vi rimarrà un fluido aeriforme, che è il gas azotico, altra parte costituente del gas ammoniacale. Il tutto è accompagnato da calore, il quale è dovuto allo stato di libertà che prende il calorico, che era combinato col gas idrogene e col gas muriatico ossigene.

809. Il gas ammoniacale è il più leggiero di tutti i gas salini, ed anche più leggiero dell' aria ammosferica. La sua gravità specifica è a quella dell' aria

come 53 a 100; e a quella dell' acqua distillata come 6,5357 a 10000,0000. Il pollice cubico di questo gas pesa 0,2440 di grano, e il piede cubico 5 dramme e 61,6320 di grano.

810. Il gas ammoniacale ha un odore penetrante, e un sapore acre e caustico. Cangia fortemente e prontamente in verdi i colori azzurri de' vegetabili.

811. Si combina rapidamente col gas acido carbonico, muriatico, e sulfuroso, e forma nell' istante de' sali neutri eccitando molto calore, il quale si deve allo stato di libertà che prende il calorico che era combinato con questo gas, e che gli dava lo stato aeriforme. Tali sono tutti i sali ammoniacali.

812. Il gas ammoniacale soffoga gli animali, come lo fanno tutti gli altri gas soffoganti.

813. Quantunque non possa servire alla combustione ed estingua i corpi accesi, nonostante è leggermente infiammabile in virtù del gas idrogene che entra nella sua composizione (807): perciò aumenta la fiamma di una candela, e le dà un volume più o meno grande prima che si spenga.

814. Il gas ammoniacale è prontamente assorbito e disciolto nell' acqua, e forma dell' ammoniaco simile a quello da cui si è estratto. Se l' acqua è in istato di ghiaccio, il gas ammoniaco la fonde nell' istante producendo del freddo, perchè vi bisogna una gran quantità di calorico combinato col ghiaccio per farlo fondere (1098). Al contrario il gas am-

moniacale produce del calore sciogliendosi nell' acqua di già fluida, perchè quest' acqua non avendo bisogno d' una nuova quantità di calorico, quello del gas prende lo stato di libertà.

ORDINE III.

Gas infiammabili o idrogeni.

815. I gas idrogeni, conosciuti sotto il nome di gas infiammabili (604) si trovano naturalmente nelle pozze d' acque stagnanti, nelle paludi, nelle miniere tanto metalliche, che di carbon fossile, nelle viscere degli animali. Li esalano le fogne, i cimiteri, in una parola tutti i luoghi ove sonovi delle materie animali o vegetabili in putrefazione, e di là s' inalzano nell' ammosfera. Ma in tutti questi casi non sono giammai ben puri.

816. Si può ottenere il gas idrogene nello stato di purità artificialmente, cioè decomponendo l'acqua, poichè la sua base è una delle parti costituenti dell' acqua (620); per questo si è dato a questa base il nome d' idrogene, cioè generatrice dell' acqua. Questa base è fino ad ora ignota: non si sa quale siasi questa sostanza; perchè non si può mai separarla dal calorico, che le dà la forma aerea, senza fissarla in un altro corpo.

817. E' al giorno d'oggi ben dimostrato che l'acqua non è gia un essere semplice, che ella è composta della base dell'aria pura chiamata *ossigene*, e della base del gas idrogene o infiammabile chiamata *idrogene*: cioè di 17 parti d'ossigene e 3 parti d'idrogene; o secondo l'esperienze fatte da *Lavoisier*, di 85 parti d'ossigene e 15 d'idrogene misurate per peso, il che è lo stesso: in maniera che per formare 70 libbre o un piede cubico d'acqua, bisognano 634 piedi cubici e 1152 pollici cubici d'aria pura, che pesano 59 libbre e oncie 8; e 1513 piedi cubici 887 e tredici trentasettesimi pollici cubici di gas idrogene che pesano 10 libbre e oncie 8: il tutto bruciato insieme formerebbe un piede cubico, o 70 libbre d'acqua.

818. Si otterrà dunque del gas idrogene dall'acqua ogni volta che si metterà con lei in contatto un corpo, sul quale si farà agire un acido o che scaccierà, o che avrà una più grande affinità coll'ossigene, che questo ultimo non ha coll'idrogene. Il ferro e lo zinco, egualmente che il carbone e gli olj sono di cotesta specie.

819. *Esperienza*. In una boccia fornita d'un tubo ricurvo (*fig.* 114) si ponga un poca di limatura di ferro, o di zinco. Versatevi sopra dell'acido sulfurico indebolito con moltissima acqua. Vi si risvegliera una fermentazione accompagnata da calore. Lasciate uscire l'aria dal vaso; dopo di che introducete l'estremità del tubo ricurvo sotto una campana piena d'acqua posta sull'apparecchio pneuma-

to-chimico: vedrete passare un fluido elastico che è gas idrogene.

820. Il ferro e lo zinco che ha più affinità coll' ossigene, di quello che questo ultimo abbia coll' idrogene, si combina coll' ossigene dell' acqua e prende lo stato d' osside; e l' idrogene restato libero si combina col calorico, e passa sotto la forma aerea. Si vede perchè non si otterrebbe gas idrogene, se l' acido fosse concentrato, e che non vi fosse acqua; poichè l' acqua è la sola che lo possa somministrare.

821. Si otterrebbe lo stesso gas sostituendo all' acido sulfurico o l' acido muriatico o gli acidi vegetabili dell' aceto e del tartaro, o lo stesso acido carbonico.

822. Si otterrà ancora lo stesso gas idrogene col solo calore.

823. *Esperienza.* Fate passare dell' acqua a goccia a goccia a traverso un tubo di ferro rovente posto in mezzo a' carboni, e che abbia al suo termine un tubo ricurvo introdotto sotto una campana piena d' acqua posta sull' apparecchio pneumato-chimico. Passerà nella campana un fluido aeriforme abbondantissimo che è gas idrogene. Non si è veduta mai un' esperienza più bella in questo genere, di quella che ha fatta *Lavoisier*.

824. In questa esperienza l' ossigene dell' acqua si combina col ferro, che riduce allo stato d' osside: e l' idrogene restato libero, combinandosi col calorico, forma il gas idrogene che passa sotto la cam-

pana : Il peso di questo gas, più il peso di cui il ferro è aumentato sono precisamente il peso dell' acqua che manca. Eccone l' analisi.

825. *Esperienza*. Se in seguito si brucia insieme in vaso convenevole, e che non lasci scappar nulla, 634 pollici cubici e 1152 linee cubiche d' aria pura, che pesano 317 grani e un terzo; e 1513 pollici e 387 linee e tredici trentasettesimi cubici di gas idrogene, che pesano 56 grani; i due pesi insieme facendo 373 grani e un terzo, si avrà un pollice cubico d' acqua, il di cui peso è pure di 373 grani e un terzo, perchè il calorico non pesa. Lo stesso succede in tutti i fluidi aeriformi, il loro peso è dovuto intieramente alla loro base. Eccone la sintesi. Anco questa bella esperienza si deve a *Lavoisier*.

826. Nè qui si obietti che l' acqua che si produce in questa esperienza era venuta in dissoluzione da' due fluidi aeriformi, e che ne faceva tutto il peso. Ecco de' fatti che provano il poco fondamento di questa obiezione.

827. Si sa che non si otterrebbe niente di gas idrogene, se al ferro, o allo zinco si sostituisse del rame. Ciò viene dal non potere il rame decomporre l' acqua, come la decompongono lo zinco e il ferro; perchè il rame ha meno affinità coll' ossigene, che non ne ha quest' ultimo coll' idrogene. Ma per questa cagione appunto il gas idrogene può togliere l' ossigene all' osside del rame e rivivificarlo, e in questo caso si forma dell' acqua.

828. *Esperienza*. In una campana piena di mercu-

rio posta sull' apparecchio a mercurio, fatte passare una quantità conosciuta di gas idrogene ben puro, per esempio 500 pollici cubici, che peseranno 18 grani e mezzo. Posate in un piccolo vaso galleggiante sul mercurio dell' interno della campana dell' osside di rame (*calce di rame*), e fate cadere su quest' osside il fuoco d' un vetro ardente. Il gas resterà assorbito, il rame rivivificato, il mercurio risalirà nella campana, e la superficie del mercurio, e le pareti interne della campana si troveranno coperte di picciole goccie d' acqua.

829. In questa esperienza l' ossigene che aveva ridotto il rame allo stato di osside, abbandona quest' osside, si combina coll' idrogene del gas, col quale ha più affinità che non ne aveva col rame, e questa combinazione forma l'acqua. E' vero che in questa circostanza è difficile di misurare esattamente la quantità di acqua prodotta; ma è facile di vedere che ve ne è un peso molto maggiore di quello de' 500 pollici cubici di gas idrogene adoperato. E' possibile in questo caso che vi sieno più di 123 grani d' acqua prodotta. Non si può dire che questi 123 grani d' acqua fossero tenuti in dissoluzione in questa quantità di gas, che non pesava che 18 grani e mezzo. Dunque l' acqua che risulta da queste esperienze non è quella che si suppone tenuta in dissoluzione ne' fluidi aeriformi che si adoprano; dunque ve ne è della prodotta di nuovo.

830. Si può ancora ottenere del gas idrogene per mezzo delle sostanze animali e vegetabili combustibili per

mezzo

mezzo della loro analisi a fuoco nudo. E' sempre l' acqua di queste sostanze quella che ne somministra la maggior parte componendosi; perchè il suo ossigene si combina con queste sostanze, e il suo idrogene combinandosi col calorico passa alla forma aerea.

831. Non vi è dunque che una sola specie di gas idrogene in qualunque luogo si trovi, o sieno qualisivogliano le materie che si adoprano per estrarlo. Può essere mescolato con diverse sostanze, e tenerne qualcheduna in dissoluzione, e così formare le varietà di questo gas che sono cinque; cioè il gas idrogene sulfurato, il gas idrogene fosforato, il gas idrogene carbonato, il gas idrogene carbonico, e il gas idrogene delle paludi. Parleremo frappoco di tutte queste varietà. Esaminiamo prima le proprietà del gas idrogene puro e senza essere mescolato.

11. *Gas idrogene puro.*

832. Il gas idrogene ha un odore forte e gradevole.

833. Non dà alcun segno d' acidità, nè precipita la calce sciolta nell' acqua, nè tinge in rosso la tintura di laccamuffa o tornasole.

834. *Esperienza.* Se in un tubo pieno di questo gas si pone un poco d'acqua di calce o di tintura di laccamuffa, l' acqua di calce non viene lattiginosa, e il colore della tintura di laccamuffa non rimane punto alterato.

835. Quando il gas idrogene è puro si conserva

senza alterazione veruna in bottiglie ben chiuse; e si conserverebbe nella stessa maniera, quando vi fosse dell'acqua, perchè non è solubile.

836. Il gas idrogene puro è il più leggero di tutti i fluidi elastici. La sua gravità specifica è a quella dell'aria come 8,04 e a 100,00; e a quella dell'acqua distillata, come 0,9911 è a 10000,0000. Il pollice cubico di questo gas pesa 0,0370 di grano, e il piede cubico 63,9360 di grano.

837. Il gas idrogene uccide gli animali come tutti gli altri gas soffoganti, ma producendo loro delle forti convulsioni.

838. Quantunque questo gas sia uno degli esseri che s'infiammano con maggior facilità, pure estingue i corpi infiammati che vi s'immergono, come per esempio una candela accesa. Questa candela entrando nel gas lo accende alla sua superficie, mentre s'estingue nell'interno del gas; e accade spesso che nel ritirarla si riaccende.

839. Questo gas quando non è mescolato coll'aria non brucia che alla sua superficie, perchè non può mai infiammarsi che nel luogo dove è al contatto coll'aria.

840. *Esperienza*. Riempite un vaso lungo e stretto (*fig.* 121) di gas idrogene, e accendetelo con una candela, lo vedrete bruciare tranquillamente come farebbe lo spirito di vino.

841. Ma la sua infiammazione è tanto più pronta e più completa, quanto più i suoi contatti sono moltiplicati.

842. *Esperienza*. In una bottiglia di un quarto di fiasco mettete una parte di gas idrogene e due parti d' aria ammosferica, e presentate alla bocca della bottiglia una candela accesa. Il gas s' infiamma nell' istante, e brucia con una rapidità incredibile, producendo una forte detonazione, simile a quella della polvere da schioppo.

843. Se il gas idrogene fosse mescolato con aria pura, la sua detonazione sarebbe infinitamente più forte.

844. *Esperienza*. Nella medesima bottiglia (842) mettete due parti di gas idrogene e una parte d' aria pura, e accendete il miscuglio come nella precedente esperienza. La detonazione sarà violentissima, e forse a segno di rompere la bottiglia quantunque sia aperta. Per questo bisogna avere la cautela di avvolgere la bottiglia in un panno, che in caso di rottura ne trattenga i pezzi ed impedisca che qualcuno possa esserne ferito.

845. Il gas idrogene si accende anco con una scintilla elettrica, sebbene piccolissima.

846. *Esperienza*. Nel vaso *a g* (*fig.* 122) che io suppongo di metallo e fornito di una verghetta ricurva, parimente di metallo *b c d* che passa per un tubo di vetro *a* fissato con mastice nel coperchio del vaso per isolarla, fate passare due parti d' aria ammosferica e una parte di gas idrogene: chiudete bene la bocca *g* con un buon sughero, presentate a un corpo attualmente elettrizzato la piccola pala di metallo *b*. Si ecciterà una scintilla elettrica tra questa palla e il cor-

po elettrizzato (2579); se ne ecciterà una seconda fra la palla *d* e l'orlo del vaso (2581). Questa seconda scintilla sarà quella che infiammerà il gas. Siccome l'esplosione si farà in un vaso chiuso, la detonazione sarà violentissima, e il sughero sarà spinto con moltissima forza; per lo che bisogna ben guardarsi di non addirizzarlo a qualcheduno. Perchè se alla bocca del vaso *g* si adattasse una canna caricata con una palla, come lo ha fatto il *Volta*, il gas detonando la spingerebbe con tanta forza di passare una tavola di quercia grossa un pollice alla distanza di 25 passi.

847. Il gas idrogene è capace di decomporre l'acido sulfurico, e farlo passare allo stato d'acido sulfuroso; perchè la sua base o l'idrogene avendo coll'ossigene più affinità che non ne ha lo zolfo, il suo idrogene si combinerebbe con una parte dell'ossigene dell'acido sulfurico, e lo ridurrebbe così allo stato sulfuroso, e questa combinazione formerebbe dell'acqua.

848. Abbiamo detto (815) che il gas idrogene si esala dalle miniere, dalle acque stagnanti, dalle paludi, dalle fogne, da' cimiteri ec. E' facile il concepire che egli è la materia de' fuochi fatui che si veggono in certi luoghi.

849. La sua leggerezza (836) gli permette di molto inalzarsi nell'ammosfera, e siccome può accendersi con una scintilla elettrica (846), è probabile che si accenda molto spesso nelle burrasche, e che aumenti allora la detonazione del fulmine. Ecco indubitatamente il perchè il tuono è più fraquente, e più forte in

certi luogi. Quando questo gas detona così, brucia, e allora la sua base o l' idrogene combinandosi coll' ossigene dell' aria forma dell' acqua che cade in pioggia. In fatti nelle burrasche vi sono spesso delle pioggie violenti subito dopo qualche scoppio di tuono.

850. Il gas idrogene è divenuto un fluido interessante per i fisici, e soprattutto pegli aeronauti, dopo che si è adoprato per riempirne le macchine o palloni aerostatici. La sua leggerezza specifica (836) è la causa dell' elevarsi che fanno questi palloni.

851. Si è cercato di sostituirlo a delle materie combustibili negli scaldavivande e nelle lucerne. *Neret* ha data la descrizione d' uno scaldavivande a gas idrogene, nel giornale di fisica (Gennajo 1777). *Furstenberger* Fisico a Basilea, *Brander* Meccanico d' Ausburgo, *Ehrmann* dimostratore di Fisica a Strasburgo hanno immaginate delle lucerne a gas idrogene, che si possono accendere la notte mediante una scintilla elettrica. Ma bisogna prendere delle cautele perchè non vi entri dell' aria ammosferica che produrrebbe una forte detonazione e la rottura del vaso, con gran danno di chi vi fosse vicino.

852. Finalmente si fanno de' fuochi d' artifizio molto belli, senza fumo e senza rumore, riempiendone delle vesciche con tubo e chiavetta R d' ottone (*fig.* 123), e introducendo il gas mediante queste vesciche in tubi cilindrici che fanno diversi giri, e che hanno in grandissimo numero dei piccolissimi fori. Premendo queste vesciche più o meno forte secondo il bisogno, il gas idrogene passa ne' tubi, esce da tutti quei pic-

coli fori che vi sono e s'accende con una candela: dopo di che continua ad ardere fino a tanto che chiudendo il tubo con la chiavetta s'interrompe il corso del gas. Non vi è stato chi abbia fatte delle cose più graziose in questo genere di M. *Diller*, dimostratore di Fisica all' Aja: i suoi fuochi d' artifizio presentano diverse figure tanto mobili che immobili, e sono ornati di più colori; e quel che vi è di migliore si è, che non si può temere alcun pericolo, perchè si serve di gas che non sono detonanti. La fiamma bianca è prodotta dal gas idrogene estratto dal carbone di terra. Il miscuglio di parti eguali di aria ammosferica con questo gas produce il colore azzurro. Il gas idrogene puro dà il colore rosso, e se vi si mescola soffiando del gas espirato, che è gas acido carbonico e gas azotico (, vi si *669*) aggiunge una tinta di turchino.

853. Frattanto ella è cosa certa che il gas idrogene è una sostanza d' una natura determinata, sempre la stessa, e di cui non ve ne è che una sola specie; e nella combinazione della quale vi entra una quantità di calorico che vi è poco legato, e quasi in istato di fuoco libero. Ma questa specie di gas può mescolarsi con altre sostanze, e tenerne alcune in dissoluzione. il che forma le varietà delle quali siamo per parlare.

12. *Gas idrogene sulfurato.*

854. Il gas idrogene sulfurato è quello che tiene dello zolfo in dissoluzione (*621*), e che è cono-

sciuto sotto il nome di gas epatico. M. *Gengembre* che ne ha fatta l'analisi lo riguarda come formato di gas idrogene puro, e di zolfo sottilissimo; e questo zolfo ch'egli tiene in dissoluzione è quello che gli dà i suoi caratteri distintivi.

855. Si ottiene questo gas dalle sulfure solide (*fegati di zolfo*) decomponendole cogli acidi indeboliti coll' acqua nell' apparecchio pneumato-chimico. La solfura s' impossessa dell' ossigene dell' acqua, e l' idrogene combinandosi con una parte di zolfo e di calorico forma questo gas.

856. Il gas idrogene sulfurato ha un odore fetidissimo.

857. Non so qual sia la sua gravità specifica; ma certamente è molto più grave del gas idrogene puro, ed è solubile nell' acqua. senza dubbio lo zolfo è quello che lo rende così solubile, e più grave.

858. Questo gas, come gli altri, ha la proprietà di soffogare gli animali, e tinge in verde il siroppo di viole mammole.

859. L' aria pura che vi si mescola lo decompone per la combinazione del suo ossigene coll' idrogene di questo gas, e ne fa precipitare lo zolfo. Per la stessa ragione è decomposto egualmente, e ne viene precipitato il suo zolfo dall' acido nitroso, dall'acido sulfuroso, e in certe circostanze dall' acido muriatico ossigene: in tutti questi vi si forma dell'acqua.

860. Il gas idrogene sulfurato si accende pel contatto de' corpi infiammati, ed anco dalla scintilla elettrica: brucia con una fiamma d' un azzurro rossastro,

e bruciando depone sulle pareti del vaso che lo contengono dello zolfo, il quale non può bruciare al piccol calore che basta per bruciar il gas.

861. Il gas idrogene sulfurato è quello che mineralizza le acque sulfuree, come quelle di Enghien, di Bonnes, di Baredge, Cauterestz ec.

13. *Gas idrogene fosforato.*

862. Il gas idrogene fosforato è quello che tiene del fosforo in dissoluzione (622). E' stato scoperto da M. *Gengembre* che l'ha ottenuto facendo bollire una lisciva di potassa *(alcali fisso vegetale)* con metà del suo peso di fosforo tagliato in piccoli pezzetti, e ricevendo il fluido aeriforme che se ne sviluppa in campane piene di mercurio.

863. Non si potrebbe raccogliere sull' acqua, perchè esso è solubilissimo; e senza dubbio è il fosforo quello che gli dà questa solubilità nell' acqua.

864. Il gas idrogene fosforato ha un odore molto fetido.

865. Soffoga gli animali.

866. S' infiamma al solo contatto dell' aria, producendo un' esplosione che sarebbe fortissima, ed anche molto dannosa, se se ne presentasse all' aria una gran quantità tutta in una volta: non bisogna presentarne che poco, ed una bolla presso appoco grossa quanto una nocciola basta. Il fosforo che questo gas tiene in dissoluzione accendendosi al contatto dell' aria, comunica la sua infiammazione al gas. Mentre

rucia si parte un fumo che nell' aria tranquilla forna una specie di corona circolare, che inalzandosi umenta di diametro. Questo fumo è acido fosforico oncreto (637).

867. *Esperienza*. Se in una campana in parte piena di gas idrogene fosforato, e posata sull' apparecchio pneumato-chimico a mercurio si fa passare dell' ria pura, il gas s' accende con un rumore terribile, rucia con una grandissima rapidità, producendo un enso fumo bianco: e si eccita un calore e una rarezione si grande, che la campana si spezza se non molto grossa di vetro.

14. *Gas idrogene carbonato*.

868. Il gas idrogene carbonato è quello che tiene el carbo in dissoluzione (623).

869. Si sa al dì d' oggi che il carbone, quantunque a assai fisso in vasi chiusi e al fuoco ordinario, ure contiene un principio carbonoso (chiamato carbo) suscettibile di essere ridotto in vapore, median: un fortissimo calore, e di essere disciolto in alni fluidi aeriformi. Il gas idrogene soprattutto gode l proprietà di disciogliere questo principio carbonoso, le trascina dunque spesso una parte che prende la rma aerea.

870. Si ottiene dunque un gas idrogene così carbonato, quando su del ferro di fusione, o su dell' acajo si fa agire l' acido sulfurico indebolito con dell' qua, perchè l' uno e l' altro contengono un poco

di materia carbonosa. Il ferro fuso l'assorbisce ne' gran fornelli, e l'acciajo nella cementazione; il che prova che l'acciajo non è un ferro tanto puro quanto quello, da cui è stato formato.

871. Il gas idrogene carbonato è molto più pesante che il gas idrogene puro: Questo non è dunque quello di cui bisogna servirsi per riempire i palloni aereostatici; sarebbe troppo grave, ed esigerebbe ne' palloni un troppo gran volume.

872. Si potrebbe disciogliere immediatamente del carbone nel gas idrogene, facendo cadere nel mezzo d'una campana di questo gas il fuoco d'un vetro ardente sopra il carbone galleggiante sopra il mercurio che si suppone al fondo della campana. In questa maniera si avrebbe un gas idrogene carbonato.

873. Il gas idrogene carbonato brucia con una fiamma azzurra e slancia nella combustione delle piccole scintille bianche o rosse.

15. *Gas idrogene carbonico.*

874. Il gas idrogene carbonico è quello che è semplicemente mescolato di questo gas acido (735), ma senza combinazione (624).

875. Si ottiene dalla distilazione di molte materie vegetabili, ed in particolare del tartarito acidulo di potassa (*cristallo di tartaro*), e da tutti i sali tartarosi, da' sali acetosi, da' legni duri, dal carbon fossile, dal carbone che brucia bagnato o contenente dell'acqua ec.

876. Il gas idrogene carbonico brucia molto diffi-
lmente, pure quantunque il miscuglio fosse compo-
o di tre parti di gas acido carbonico e d'una parte
lamente di gas idrogene puro, non cesserebbe per
esto d'essere infiammabile.

877. Si può separare il gas idrogene dal gas acido
rbonico che gli è mescolato, coll'acqua di calce,
gli alcali, co' quali il gas acido carbonico si com-
na.

878. Si può fare artificialmente il gas idrogene car-
nico, mescolando del gas idrogene puro con del
s acido carbonico, in quelle proporzioni che si
rrà: il che prova che questo gas non è una specie
rticolare, come neppure vario dal gas idrogene,
a un semplice miscuglio de' due gas.

16. *Gas idrogene delle paludi.*

879. Il gas idrogene delle paludi chiamato dal *Vol-*
, *aria* o *gas* infiammabile *delle paludi*, è quello
e è semplicemente mescolato con del gas azotico
25).

880. Si sviluppa dalle acque limacciose, dalle palu-
, dagli stagni, dai letamaj, dalle fogne, e da tutti
e' luoghi ne' quali s'imputridiscono delle materie
imali nell'acqua. E' dunque il prodotto di qualche
teria vegetale, e di quasi tutte le sostanze ani-
li.

881. Non è che un semplice miscuglio senza com-
azione del gas idrogene puro (832) e del gas

azotico (673). Perchè dalla combinazione di questi due fluidi risulterebbe del gas ammoniacale (867) che sarebbe solubile nell'acqua (805); ed il gas idrogene delle paludi non lo è. M. *Berthollet* dell'Accademia delle Scienze ci ha dato l'esatte nozioni di questo gas.

882. Il gas idrogene delle paludi brucia con una fiamma azzurra.

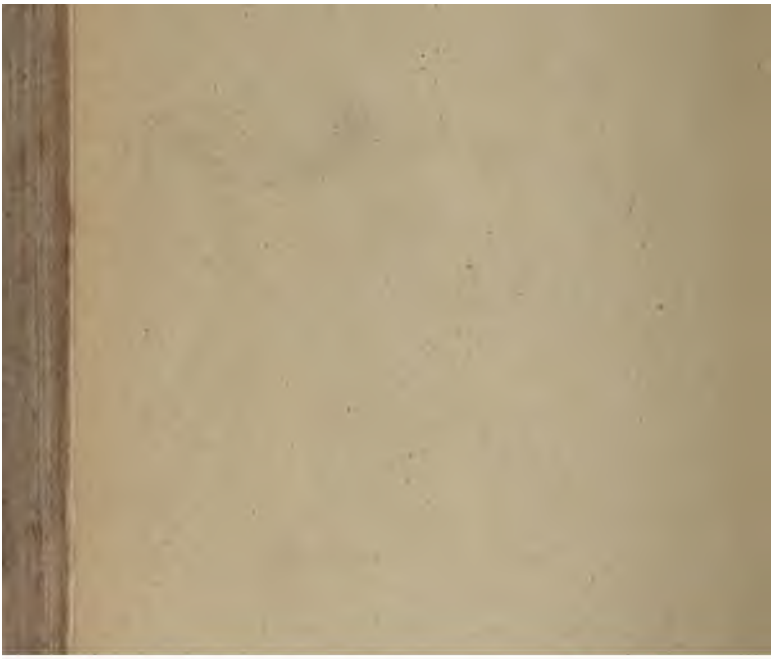
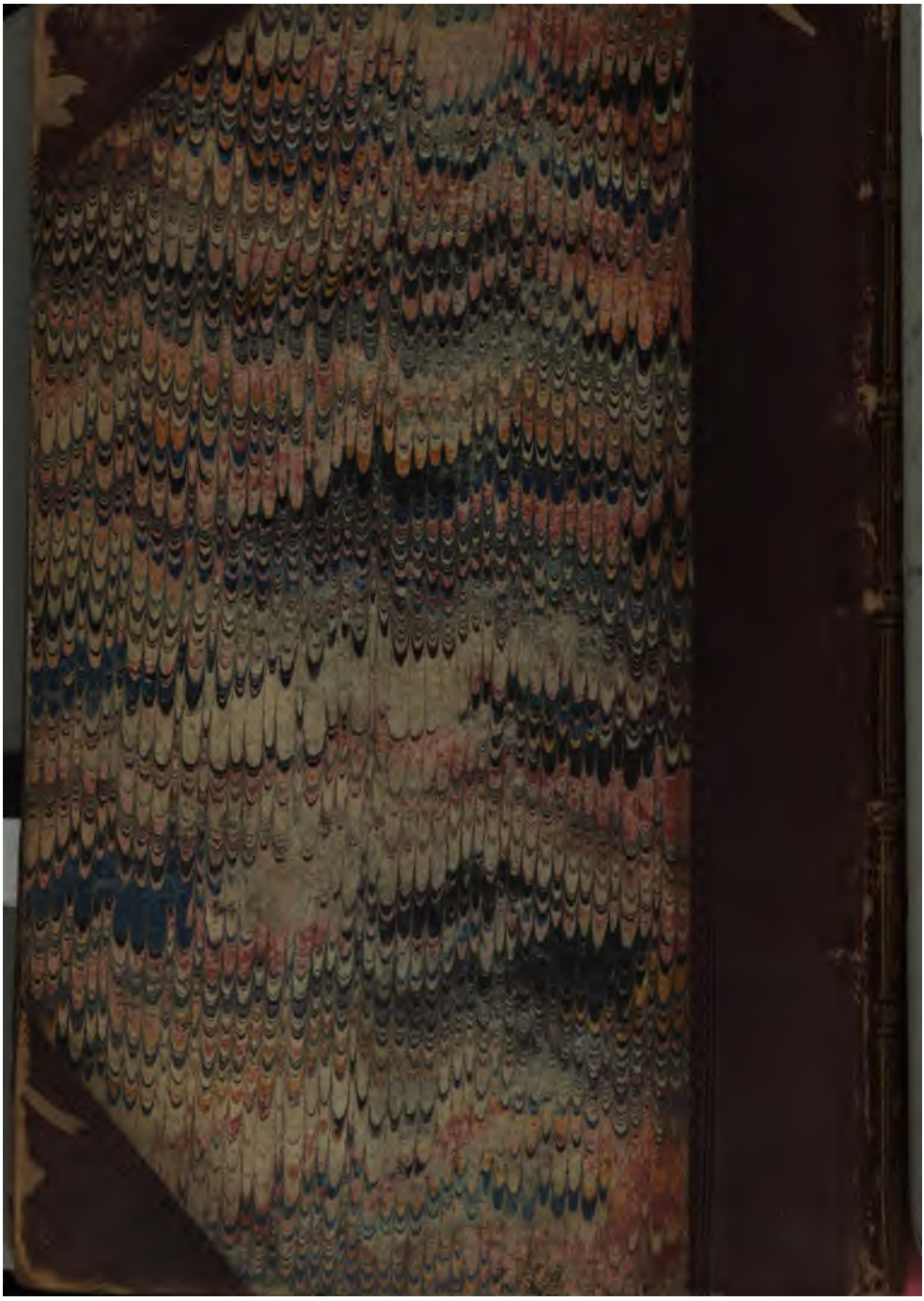
883. Non detona che difficilmente coll'aria pura. Quando si fa detonare nell'eudiometro di *Volta*, si trovano delle goccie d'acqua, e un residuo di gas azotico più o meno puro. L'acqua risulta dalla combinazione dell'idrogene del gas coll'ossigene dell'aria pura; e l'azoto rimane sotto la forma aerea. Per paragonare facilmente le gravità specifiche de'fluidi elastici porrò in una tavola tutte quelle che si conoscono.

884. *Gravità specifiche de'fluidi elastici paragonate a quelle dell'aria.*

Aria ammosferica	100,0000
Aria pura o gas ossigene	108,6795
Gas azotico	96,6040
Gas nitroso	105,6365
Gas acido carbonico	151,0643
Gas acido muriatico	175,2344
Gas acido sulfuroso	206,0560
Gas ammoniacale	53,0353
Gas idrogene puro	8,0425

Gravità specifiche de' fluidi elastici paragonate a quelle dell' stessa acqua

ia distillata	10000,0000
ammosferica	12,3233
pura o gas ossigene	13,3929
azotico	11,9048
nitroso	13,0179
acido carbonico	18,6161
acido muriatico	21,3482
acido sulfuroso	25,3929
ammoniacale	6,5357
idrogene puro.	0,9912

Fine del Tomo secondo.

BIBLIOTHECA BODLEIANA